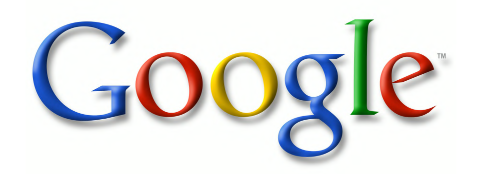
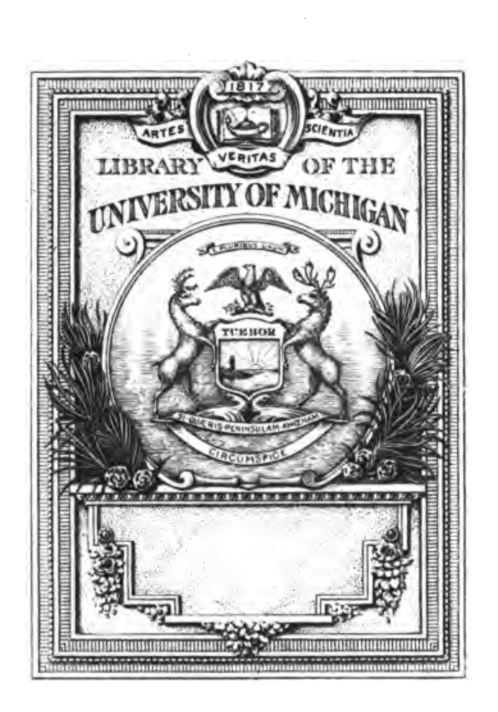
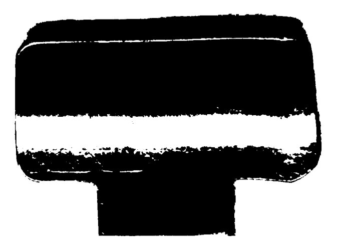


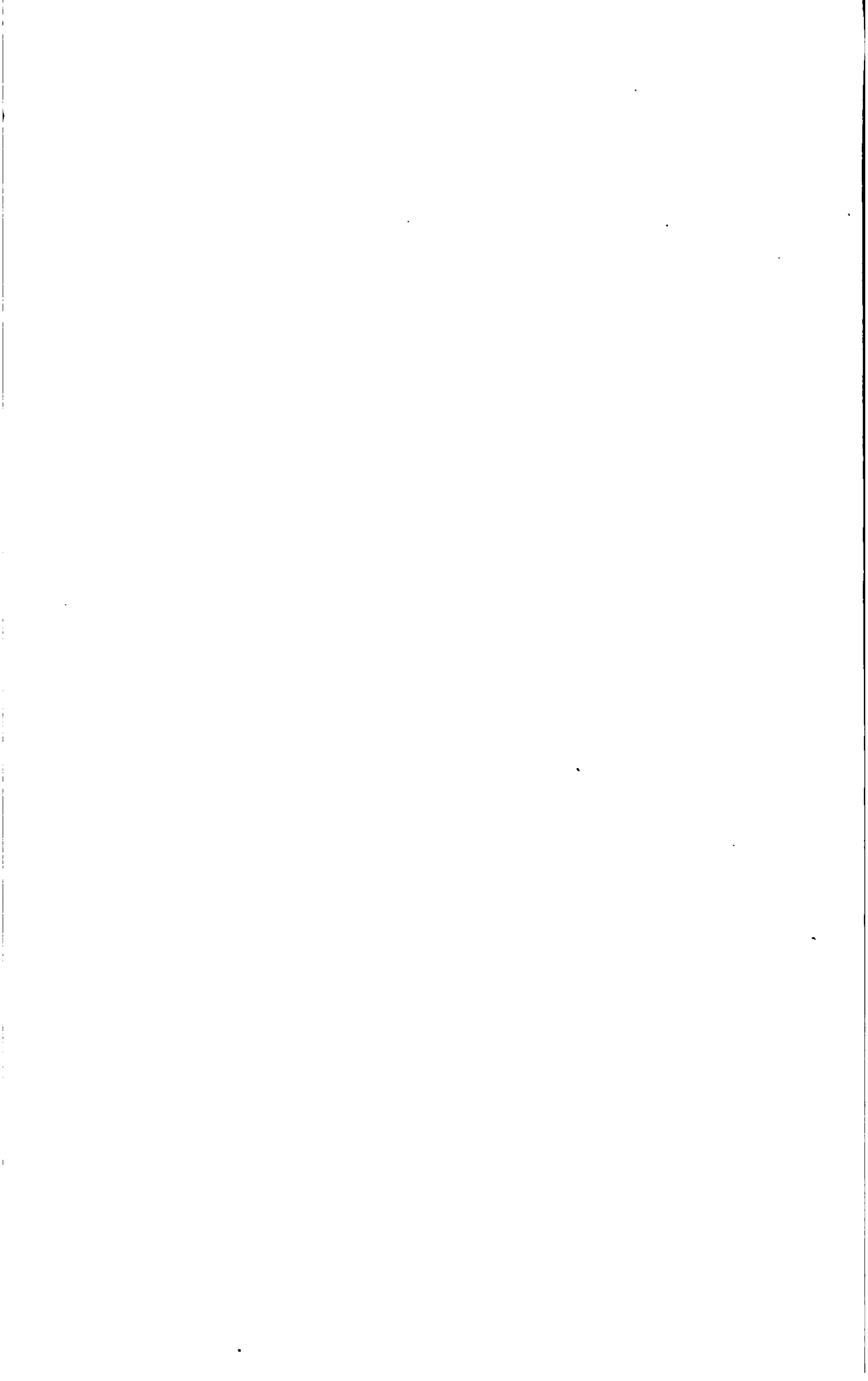


SB
745
.W81
B 438190


1817
ARTES
VERITAS
SCIENTIA
LIBRARY OF THE
UNIVERSITY OF MICHIGAN
TUEBOR
SI QUAERIS PENINSULAM AMOENAM
CIRCUMSPICE







Sammlung von Abhandlungen
über
Abgase und Rauchschäden
unter Mitwirkung von Fachleuten herausgegeben
von Professor Dr. H. Wislicenus, Tharandt bei Dresden.

Heft 1.

Über die Grundlagen technischer und gesetzlicher Maßnahmen gegen Rauchschäden

von

H. Wislicenus.



Berlin.
Verlagsbuchhandlung Paul Parey.
Verlag für Landwirtschaft, Gartenbau und Forstwesen.
SW., Hedemannstraße 10.
1908.

Zur Einführung.

Die rasche Entfaltung der Industrie hat in erster Linie einen wirtschaftlichen Aufschwung des Landes und besonders der Umgebung der Betriebsstätten im Gefolge. Allein recht häufig kommen auch empfindliche Störungen der Nachbarschaft hervor, welche die Land- und Forstwirtschaft mit der Industrie und die Gewerbe untereinander in kostspielige unfruchtbare Prozeß-Streitigkeiten verwickeln. Daraus folgen große Anstrengungen für die Technik und schließlich gesetzliche Maßnahmen zur Verhütung der Belästigungen und Schäden, bis ein einigermaßen befriedigender Ausgleich erzielt ist und die Störungen im großen ganzen beseitigt sind. Einzelfälle beträchtlicher Störungen können dabei niemals völlig ausgeschlossen werden. Schon deshalb ist die Durcharbeitung solcher an sich unerquicklicher „Fragen" von dauerndem Werte.

Die **Abwasserfrage** und die **Rußfrage** sind im letzten Jahrzehnt dem erstrebenswerten Ziele weit näher gerückt, als die Frage der **Abgase** und **„Rauchschäden"**, d. h. der Beschädigungen der Nutzpflanzen und anderer Wertobjekte durch schädliche Bestandteile der Abgase mit Einschluß der Flugasche. Aber auch die Abgasfrage nimmt an Bedeutung zu, wie beispielsweise die Verhandlungen des letzten internationalen Kongresses für Land- und Forstwirtschaft zu Wien 1907 und die wachsende Literatur des Gegenstandes zeigen.

Die chemische, botanische, forstliche, juristische Rauchschäden-Literatur ist in den verschiedenartigsten Zeitschriften und Monographien verstreut. Weit entfernt davon, die Übersättigung des Büchermarktes mit einer neuen Zeitschrift für einen so spezialistischen Gegenstand noch zu steigern, wollen Herausgeber und Verleger mit einer in freier Folge erscheinenden

Sammlung von Abhandlungen über Abgase und Rauchschäden

Arbeiten von Fachleuten über die Grundlagen zur Klärung der verwickelten Frage gleichzeitig allen beteiligten Kreisen in einfachster Form zugänglich machen und zu Bänden sammeln.

Die Abgasfrage ist so vielseitig, daß nur durch die Beteiligung von Sachverständigen sehr verschiedener Berufszweige (Chemie und Technologie, Pflanzenpathologie, Land- und Forstwirtschaft, Rechtswissenschaften und Verwaltung) die vielen noch bestehenden Unsicherheiten in der Beurteilung und Bewertung von Rauchschäden, Verhütungsmaßnahmen und Abgasnutzung geklärt werden können. Fachmännische, aus gründlichen Studien und praktischer Erfahrung hervorgegangene Arbeiten, welche alsbald der Benutzung und Kritik sachverständiger Kreise vorgelegt werden sollen, sind dem Herausgeber und dem Verleger willkommen und an den Herausgeber erbeten. (Die einzelnen Hefte werden beliebig wechselnd in Fraktur- oder Antiquaschrift erscheinen.)

Die Reihe soll zunächst durch zwei aus dem chemischen Institut der Königl. Sächs. forstlichen Versuchsanstalt hervorgegangene Arbeiten eröffnet werden:

Heft 1: H. Wislicenus, über die Grundlagen technischer und gesetzlicher Maßnahmen gegen Rauchschäden.

Heft 2: E. Schröter, Die Rauchquellen im Königreiche Sachsen und ihr Einfluß auf die Forstwirtschaft. (Unter der Presse.)

Heft 3: Dr. P. Müller, Amtsrichter und Dozent an der Königl Forstakademie Tharandt, Die Rauchschädenfrage vom juristischen Standpunkt. (In Vorbereitung.)

Die Verlagsbuchhandlung

Paul Parey.

Der Herausgeber

Professor Dr. H. Wislicenus,

Tharandt bei Dresden.

Sammlung von Abhandlungen
über
Abgase und Rauchschäden
unter Mitwirkung von Fachleuten herausgegeben
von Professor Dr. H. Wislicenus, Tharandt bei Dresden.

Heft 1.

(Aus dem Chemischen Institut der Kgl. Sächs. Forstakademie und forstlichen Versuchsanstalt Tharandt.)

Über die Grundlagen technischer und gesetzlicher Maßnahmen gegen Rauchschäden

von
H. Wislicenus.



Berlin.
Verlagsbuchhandlung Paul Parey.
Verlag für Landwirtschaft, Gartenbau und Forstwesen.
SW., Hedemannstraße 10.
1908.

Vorwort.

Die vorliegende Arbeit war ursprünglich auf Veranlassung des Exekutivkomitees des VIII. Internationalen landwirtschaftlichen Kongresses zu Wien 1907 verfaßt worden. Da sie aber unmittelbar mehr technisch-industrielle Interessen berührt, als landwirtschaftliche, so soll sie mit kleinen Verbesserungen hierdurch auch technologischen Kreisen unterbreitet werden.

Es wird in dieser Arbeit u. a. versucht zu zeigen,

daß nicht etwa allgemeine Störungen der Nutzpflanzen-Produktion mit der zunehmenden Industrie, sondern im wesentlichen nur nach Schädlichkeit und Flächendichte der Rauchquellen *örtlich begrenzte Rauchschäden* entstehen,

daß diese nur durch Zusammenwirken einigermaßen definierbarer Faktoren zustandekommen,

daß ferner zur Abwehr wenig, zur Verhütung an der Rauchquelle dagegen noch viel geschehen kann, und

daß schließlich die bisher wenig beachtete Wirkung der gewöhnlichen Kohlefeuerungsanlagen auf empfindliche Forstbestände wenigstens bei ungünstiger Lage zu der allgemeinen Forderung führen: es möge künftig mehr die hygienische Aufgabe des Fabrikschornsteins (Abfallbeseitigung) gegenüber der rein technischen (Luftbeschaffung) gepflegt werden.

Die letzte Entscheidung, ob auf dieser Grundlage die Abgasschäden völlig oder im wesentlichen verhütet werden, wird natürlich nicht vom Urteil des einzelnen Sachverständigen, sondern nur von der Erfahrung in der Praxis zu erwarten sein.

Prof. Dr. H. Wislicenus.

Inhalt.*)

*) Diese Inhaltsangabe benennt alle im Text berührten Gegenstände, ohne deren erschöpfende Besprechung anzukündigen. Sie soll nur die Leitlinien für die weitere Behandlung des Gegenstandes bezeichnen.

1. Berücksichtigung der Resistenz: Anbau rauchhärterer Gewächse zum Ersatz der rauchempfindlichen oder als Beimischung zur Unterstützung der Widerstandsfähigkeit und zum Schutze der letzteren α) im landwirtschaftlichen S. 35, β) im forstlichen Pflanzenbau S. 36; b) Vermeidung oder Einschränkung der Beräucherung zur Zeit der Entfaltung von Blättern und Blüten. Berücksichtigung der erhöhten Empfindlichkeit im Licht.
2. Berücksichtigung der Standortsfaktoren S. 40: a) Erhaltung oder Vermehrung der Bodenfrische. Düngung im Walde; b) klimatische Verhältnisse.

B. Die Verhütungsmaßnahmen der Technik (und Gewerbeaufsicht) S 40.

1. Berücksichtigung der Lage der Rauchquellen zu den Pflanzenbeständen: a) Einzuhaltende Distanz; b) Vermeidung der ungünstigen Windrichtungen S. 41; c) möglichste Vermeidung der Tallage; sonst ausgiebigste Verwendung künstlicher Vorkehrungen.
2. Berücksichtigung der Zustandsfaktoren der Rauchquellen S 42: a) Die Gesamtmenge der Abgase in der Regel belanglos. Ausnahme; b) Säureart und Säuregehalt von entscheidender (verschiedener) Bedeutung nach den drei Hauptgruppen (II. 4. b). Beseitigung der Schädlichkeiten:
   α) Verhütung der Entstehung saurer Dämpfe durch Abänderung der chemischen Vorgänge (als gewissermaßen radikalste Maßnahme nur im natürlichen Entwicklungsgang anwendbar) S. 43.
   β) Verstärkung des Säuregehalts durch Abänderung des chemischen Verfahrens, um die sauren Gase nutzbar zu machen S. 44.
   γ) „Entsäuerung" oder Beseitigung der sauren Dämpfe aus den Abgasen mit oder ohne Nutzung derselben S. 44. Allgemeines. Besondere Entsäuerungsanlagen. 1. Kondensation S. 46: a) direkte Verdichtung durch Kompression und Abkühlung; b) Verdichtung durch sehr tiefe Temperatur verbunden mit Absorptionswirkung auf Holzkohle 2c.; 2. Beseitigung der schwefligen Säure durch Umsetzung mit Schwefelwasserstoff unter Rückgewinnung von Schwefel S. 47; 3. chemische Absorptionsverfahren S. 47: a) basische Materialien: Soda und Kalk (Kalkstein, gebrannter Kalk, Kalkmilch) als Absorptionsmittel. Die Kalkentsäuerung im allgemeinen. Andere Metallbasen als Absorbentien; b) Schwefelsäure (Kammersäure) als Absorbens; 4. das Waschen der sauren Gase mit Wasser S. 51: a) Waschtürme, b) Waschkammern; c) Wasserverteiler (Cl. Winklers Regenkammer, Körtingsche Streudüse, Kondensation mit Wasserdampf und rascher Abkühlung).

   Allgemeine Beurteilung der Entsäuerungsanlagen S. 54. Beschränkte Aufgabe derselben. Für die Restgase ist bei ungünstiger Situation anderes Verfahren nötig.
   δ) Verdünnung der Restgase mit Luft oder anderen unschädlichen Gasen S 56: 1. Einführung der Gase in höhere Luftschichten mittels hoher Schornsteine (verbunden mit Zentralisation der Rauchquellen) S. 56; 2. Verteilung der Abgasströme auf möglichst viele kleinere Schornsteine (Dezentralisation) S. 58; 3. besondere Vorrichtungen für künstliche Verdünnung und Verstreuung S. 58. Gebläse- und Exhaustoressen. „Verdünner". Nur durch zweckmäßige Verdünnung der Restgase,

I. Allgemeine Grundlagen.

Die „Rauchschäden" — d. h. im weiteren Sinne die Beschädigungen und Belästigungen der Nutzpflanzen und anderer Wertobjekte durch gewerbliche Abgase, Flugasche und Ruß, sind überall dort im Zunehmen begriffen, wo einzelne Industriewerkstätten oder ausgesprochene Industrieorte, beziehungsweise industrielle Ortsteile in ungünstiger Lage zu empfindlichen Pflanzenbeständen usw. sich weiter entfalten, ohne daß gleichzeitig besondere technische Verhütungsmaßnahmen getroffen werden. Anderseits sind die Rauchschäden unter besonderen Umständen in Abnahme begriffen, dort nämlich, wo sich solche industrielle Betriebe naturgemäß in günstigem Sinne umgestalten oder weiterentwickeln und dort, wo ausnahmsweise leistungsfähige Vorkehrungen zur Abwehr besonders getroffen worden sind.

Wo schließlich die Rauchquelle versiegt und somit die Ursache beseitigt ist, verschwindet das Krankheitsbild unter wirklicher Ausheilung nicht allzu schwer betroffener Pflanzen oft ganz.*)

Das sind Erfahrungstatsachen, die nur aus Mangel an Kenntnis dieser Erscheinungen oder aus anderen nicht sachlichen Gründen gelegentlich bestritten werden. Typische Beispiele werden weiter unten zu berühren sein. In der neueren umfangreichen Literatur über Beobachtung und Nachweis von Rauchschäden sind diese Tatsachen meist in fast übermäßiger Breite begründet. Ungemein viel wichtiges Material ist aber leider in nicht allgemein zugänglicher Form in den Akten der zuständigen politischen und Gerichtsbehörden aufgestapelt. Für mich persönlich sind jene Tatsachen auch durch meine eigenen Untersuchungen über Rauchschäden und Erfahrungen bei der Gutachterpraxis, vorwiegend in Sachsen, aber auch sonst im Deutschen Reiche und in Österreich, erhärtet. Soweit nicht die Literatur, sondern eigene Erfahrungen in Betracht kommen, bin ich indes auf diesen Gesichtskreis zunächst angewiesen und darauf bitte ich die Unvollkommenheiten des naturgemäß nur oberflächlichen Referats über den so ungemein komplizierten Gegenstand zurückzuführen und durch Erfahrungen anderer zu ergänzen.

Im Königreiche Sachsen stehen Landwirtschaft, Forstwirtschaft und Industrie in gleich hoher Blüte. In den letzten Jahrzehnten ist dort in der südlichen Hälfte des Landes die Industrie mehr und mehr mit den Bahnen in die Fichtenwaldtäler des Erzgebirges vorgedrungen. Gerade weil sie dort den Wasserläufen, Straßen und Bahnen fast nur in Tälern folgen konnte, ist in Sachsen die Waldbeschädigung zu einer Frage des allgemeinen Staatswohles herangewachsen und in diesem Lande seit Stöckhardt und v. Schröder in Tharandt, Freytag, Cl. Winkler in Freiberg u. a. besonders eingehend durchstudiert

*) Vgl. die Ausführungen des sächsischen Oberforstmeisters Täger im „Bericht über die 42. Versammlung des sächsischen Forstvereins 1897“, S. 28—32. Tharandt, Verlag der Akademischen Buchhandlung (Joh. und Rich. Stettner).

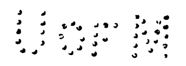
worden. Im letzten Jahre (1906/07) hatte ich durch das Entgegenkommen der sächsischen Ministerien der Finanzen, des Innern und der Justiz die Möglichkeit, den tatsächlichen Zustand der Rauchschäden in Sachsen nach dem gesamten behördlichen Aktenmaterial und nach zwei Umfragen bei allen staatlichen und privaten Forstverwaltungen statistisch von einem forstlichen Mitarbeiter (E. Schroeter*) bearbeiten zu lassen.

Auch auf Seiten der Technik hat man in Sachsen besondere Erfahrungen gesammelt, da die mit einem alten Bergbau verbundenen staatlichen Hüttenwerke ihre Einrichtungen in vorbildlicher Weise mit Rücksicht auf die Verhütung von Rauchschäden vervollkommnet haben und die Regierung dieses Landes stets die größten Anforderungen an ihre Hüttentechniker gestellt hat. Gerade in neuester Zeit haben diese Bemühungen auch entschiedenen und von forstlicher Seite anerkannten Erfolg erzielt. Solche Erfolge beweisen die Möglichkeit, das Übel bei der Wurzel zu fassen und vielleicht ganz zu beseitigen.

Alle großen Industriezentren bei uns in deutschen Landen, die in Nachbarschaft mit bedeutenderem Forstbetrieb emporgewachsen sind, sind ausgesprochene Rauchschädengebiete: außer dem sächsischen Erzgebirge der industrielle Westen des Reiches, der Harz, die oberschlesischen, die böhmischen und die südösterreichischen Industrie- und Forstbezirke. Und allen voran hat bekanntlich die Rauchschädengeschichte Englands und Belgiens, man kann sagen seit der Verwendung der Steinkohle schon große öffentliche Bedeutung erhalten. Die allgemeine, wenn auch oft übertriebene Besorgnis ist gerechtfertigt, schon im Hinblick auf die historische Pflanzenverwüstung in der Umgebung der englischen Industriestädte Manchester und Liverpool u. a.

Die Botaniker und Forstleute, die sich neuerdings mehr mit der Beobachtung von Rauchschäden an Pflanzen befassen, sind meist geneigt, die Sache besonders pessimistisch anzusehen. Eine Gruppe von Pflanzenpathologen und Botanikern in Deutschland glaubt nachgewiesen zu haben, daß durch die botanisch-anatomische

*) Vergl. dessen Arbeit: Heft 2 dieser Sammlung.



Analyse deutliche Störungen der Lebensfunktionen und Stoffproduktion der Pflanze wahrnehmbar seien, auch wenn noch keinerlei äußerliche Symptome der Erkrankung zu bemerken sind, sogenannte „*unsichtbare Rauchschäden*" (*Sorauer* und *Ramann*,*) *Wieler***) u. a.). Eine solche nachweisbare und auch chemisch erklärbare Hemmung des Stoffumsatzes durch Rauchwirkung in der noch völlig grünen Pflanze würde ohne weiteres den oft an scheinbar gesunden Individuen im Rauchbereiche beobachteten *Zuwachsverlust* erklären.

Als Übertreibung ist es hingegen anzusehen, wenn man der *allgemeinen Schwängerung der Atmosphäre mit schwefliger Säure* aus den zahllosen, sich stetig mehrenden Rauchquellen der emporwachsenden Industrie zutraut, sie beeinträchtige *ganz allgemein* überall das Gedeihen besonders der Koniferen oder sie verursache gar solche Erscheinungen, wie das „Tannensterben", das im nördlichen Grenzgebiete der natürlichen Verbreitung der Tanne auf dem Kontinent, jetzt allgemein auffällt. Dieses Tannensterben hat sicher andere, allerdings noch nicht völlig aufgeklärte Ursachen,***) die zum Teil wenigstens in gewissen Einseitigkeiten der heutigen Forstkultur zu suchen sein sollen.

Der gewaltige Luftozean würde übrigens eine stark potenzierte Menge der tatsächlichen Rauchsäuremassen mit Leichtigkeit bewältigen, d. h. unschädlich machen können. Gegen die Gewalten der Natur sind solche scheinbar bedeutende Schwächen menschlicher Kultur ganz ohnmächtig.

Das ergibt eine einfache Annäherungsrechnung beispielsweise für Sachsen.

Nimmt man, um mit ungünstigsten Faktoren zu rechnen, auch nur die ersten 100 *m* der Luftschicht über der Erde als den Raum an, welcher die Rauchsäuren hauptsächlich aufzunehmen und unschädlich zu machen hat, so steht über Sachsens Gesamtfläche

---

*) Botanisches Zentralblatt, Bd. LXXX (1899).

**) Zeitschrift für Forst- und Jagdwesen 1893, 204.

***) Vgl. *Neger*: „Bericht über die 50. Versammlung des sächsischen Forstvereins in Nossen i. S. 1906", S. 147.



von 1 489 806,9 *ha* ein Luftraum von 1 489 806 900,000 (rund 1,5 Billionen) *cbm* zur Verfügung. Nach dem jährlichen Gesamtkohlenkonsum Sachsens (11 357 866 *t* Gesamtausbringen sächsischer Bergwerke und Gesamtkohleneinfuhr abzüglich Gesamtausfuhr für 1904) würde man die von Feuerungsanlagen stammende schweflige Säure (für einen mittleren Gehalt an „schädlichem" Schwefel von 1 %) in einer Gesamtmenge von 79 141 610,3 *cbm* im Verlaufe eines Jahres in diese Luftschicht einführen. Und wenn diese Luftschicht in dauernd absoluter Windstille stagnieren und die Säure nicht oxydiert, nicht partiell durch Ammoniak abgesättigt und nicht aus der Atmosphäre herausgewaschen würde, so würde erst nach einem ganzen Jahre der Säuregehalt der Luft auf 0,00531 Volumprozent steigen. Würden andere Rauchquellen das Gleiche an Säure hinzuliefern, so hätte man rund 0,01 Volumprozent. Die Luft bewegt sich aber mit einer mittleren Geschwindigkeit von 5 *m* über die etwa 122,11 *qkm*-Fläche, so daß alle 6,78 Stunden die ganze Luftmasse einmal erneuert wäre. Im Jahre würde daher die Luftschicht über der quadratisch gedachten Fläche Sachsens etwa 1292 mal erneuert werden und die Säurekonzentration auf 0,00000411 herabgesetzt. Die Rechnung auf die wirkliche Flächengestalt Sachsens zu übertragen, ist natürlich untunlich. Allein die Größenordnung der letzten Zahl wird noch nicht geändert, wenn man der Fläche die Gestalt eines Rechteckes mit doppelter Länge zur Breite in der Erstreckung von SW nach NO gibt. Die Säurezahl würde dann verdoppelt, also 0,0000082. So hypothetisch diese Zahl auch ist, so besagt ihre Größenordnung doch genug.

In den Feuerungsgasen entströmt den Rauchquellen aber gleichzeitig mit der schwefligen Säure etwa die 200 fache Menge Kohlensäure, ohne daß der normale allgemeine Kohlensäuregehalt der Luft (0,036 Volumprozent) eine deutlich merkbare oder meßbare Steigerung erfährt.*)

*) Vgl. Cl. Winkler: „Wirkt die in unserem Zeitalter stattfindende Massenverbrennung von Steinkohle verändernd auf die Beschaffenheit der Atmosphäre"? Vortrag b. 2. Allg. Deutschen Bergmannstag 1883 in Dresden.



Es existiert deshalb ein unschädlicher Verdünnungsgrad und es wäre also ganz absurd, aus der allgemeinen Schwängerung der Atmosphäre mit sauren Gasen irgendwelche Bedenken abzuleiten, obgleich es gelungen ist, die schweflige Säure überall in der Luft qualitativ nachzuweisen.*)

Aber gerade die noch wenig studierten Besonderheiten der lokalen Luftverunreinigungen rollen die Rauchschädenfrage nach allen Seiten auf.

Auch die Hygieniker fassen diese Sache sehr ernst auf. Im unmitelbaren Interesse der Wohlfahrt des Menschen wenden sie bisher ihr Augenmerk vorwiegend der „schwärzesten Seite der Rauchfrage“ zu, dem Ruß als verunreinigendem und belästigendem Bestandteil des Rauches und als Träger schädlicher Imbibitionsstoffe (Säuren, Kohlenwasserstoffe, Pyridinbasen, Cyan- und Rhodanverbindungen usw.). Die hygienische Literatur hat den Nachweis gebracht, daß in der Tat die Luftverunreinigungen der Großstädte und vor allem der Industrieorte, in erster Linie durch diese Feststoffe des Rauches akute und chronische Erkrankungen der Atmungsorgane wenigstens vorbereiten und den Verlauf der Lungentuberkulose verschlimmern.**) Rubner***) hat sich neuerdings erst in einer interessanten Untersuchung über die Rauchplage in Großstädten eingehend den „Rauchsäuren“ zugewendet. Er findet für die Berliner Stadtluft einen wahrscheinlichen Wert von 1 bis 1,5 *mg* Säure im *cbm*. Das entspricht ungefähr schon dem 100 fachen, der oben für die Landfläche Sachsens gefundenen hypothetischen Extremzahl. Selbst in den gesundesten Vororten der Großstädte wollen die empfindlichen Koniferen -- darunter nicht allein die Edelgewächse — nicht mehr ge-

---

*) H. Ost: Chemikerzeitung 1896, I. 170 und Die Chemische Industrie 1900, 292; H. Wislicenus: „Bericht über die 46. Versammlung des sächsischen Forstvereins zu Eibenstock 1901“ (Freiberg, Graz & Gerlach).

**) Vgl. Bernh. Rund: „Die Gefahren der Rauchplage und die Mittel zu ihrer Abwehr“, Vortrag, Wien 1907.

***) Archiv für Hygiene, Band 57 und 59.

deihen.*) Die gasförmigen oder nebelförmigen Verunreinigungen der Luft betätigen sich als Feinde jedes lebenden Plasmas.

Während heute die Bekämpfung des Rußes in den Großstädten und der gesamten Industrie unter lebhafter Beteiligung der Gemeinden, der Behörden und Techniker zu einem günstigen Resultat gelangt ist, wird den Rauchsäuren noch kein so breites Verständnis zuteil.

Unsere Erörterungen gelten nicht den sichtbaren menschenbelästigeden Feststoffen des Rauches, sondern den pflanzenschädlichen sauren Rauchgasen und Säurenebeln. Denn es kann weiterhin als eine durch die Rauchschädenforschung festgestellte Tatsache gelten, daß der Rauch oder die Abgase in industriellen und gewerblichen Großbetrieben, Eisenbahnen, Ortschaften usw., so gut wie nicht durch ihren Gehalt an Ruß und anderen Feststoffen (Flugasche) die Vegetation schädigen. Vielmehr erblickt man seit Stöckhardt, v. Schröder und Reuß, Freytag, H. Ost u. a. in den Säuren des Schwefels den Hauptfeind der Pflanzen, weiterhin aber in den sauren Bestandteilen des „Hüttenrauchs" oder Fabrikrauchs überhaupt (arsenige Säure und die flüchtigen Säuren SO_2, SO_3, H_2SO_4, HCl, HNO_3, HF, SiF_4, und H_2SiF_6). Die Fluorwasserstoffsäure wurde später von Schmitz-Dumont**) bei künstlicher Nachahmung solcher Schäden als hervorragend schädlich erkannt und die fluorhaltigen Bestandteile gewisser industrieller Abgase, d. h. Fluorsilicium, Kieselfluorwasserstoffsäure und Fluorwasserstoff konnte ich bei Expertisen und im künstlichen Rauch-

*) Vgl. Rubner, a. a. O. Bd. 57, 330 flgd. — Neuerdings erregen in den Tageszeitungen die Gutachten des Prof. Dr. Kaiser in Gießen und Prof. A. H. Church in London Aufsehen, nach denen die dolomitischen oder Kalksandstein-Bauten des Kölner Domes und der Londoner St. Pauls-Kathedrale durch die ungeheuren Massen schwefliger Säure in der Stadtluft der Zerstörung anheimfallen. Church hat den Verfall durch Behandlung des Gesteins mit Barytlösung zu begegnen versucht, wie es scheint mit Erfolg.

**) Tharander forstl. Jahrbuch, Band 46 (1896), 50; vgl. H. Ost, Chemikerzeitung.

schadenexperiment geradezu als allerwirksamste Pflanzenfeinde erkennen und nachweisen.*)

Diese pflanzenfeindlichen Stoffe wirken nicht nur in verschiedenem Grade, sondern auch in ganz verschiedener Art und Weise. Das ist wichtig für eine gerechte Beurteilung verschiedener Fabriken und auch für die Gegenmaßnahmen. Eine kleine Glasfabrik, die Sulfat oder Fluoride verschmilzt, kann ungeheuer viel schädlicher sein, als eine große mit Soda oder Pottasche arbeitende.

Der Art nach hebt sich die Wirkungsweise der gasförmigen schwefligen Säure von derjenigen der Nebel stark wasserlöslicher (hygrophiler) Mineralsäuren wesentlich ab.

Die ausgesprochen hygrophilen Säuren (SO_3, H_2SO_4, HCl, HNO_3, HF, H_2SiF_6 und SiF_4) dehnen ihre Wirkung weniger weit im Umkreise der Rauchquelle aus, als die schweflige Säure. Was ihnen aber an Extensität des Effekts abgeht, das kommt ihnen an Intensität der Beschädigung sämtlicher — auch der rauchhärteren Laub- und Nadelpflanzen und selbst Kräuter — zu. Sie geben mehr das Bild der typisch akuten Schäden. Werden davon nur kleinere Blattflächen betroffen, so können solche akute, mehr wie Ätzwirkungen verlaufende Beschädigungen — gewissermaßen chirurgischen oder anatomischen Verletzungen ähnlich — oft rasch und ohne merkbare Schädennachwirkung wieder ausheilen, selbst wenn die Symptome schlimm erscheinen. Um so mehr schädigen sie das Pflanzenindividuum, wenn größere Flächen der Assimilationsorgane betroffen werden, und einige Wiederholungen können dann verwüstenden Erfolg haben.

Ganz anders die schweflige Säure, die viel häufiger auftritt und sich in gasförmiger Gestalt viel weiter in der Luft umhertreibt und von der Pflanze als giftiges Gas geatmet wird.

Sie bewirkt die weit ausgedehnten chronischen Vergiftungen an den empfindlicheren und meist wertvolleren Koniferenbeständen.

Diese allgemeinen Grundzüge der Rauchschädenfrage muß ich den besonderen Ausführungen zugrunde legen.

---

*) Zeitschrift für angewandte Chemie 1901, 701.

Wenn aber das eingangs festgestellte Verhältnis von Zunahme und Abnahme der Rauchschäden besteht und mit dem Grade der Einführung technischer Verhütungseinrichtungen zusammenhängt, so ist die allgemeine Besorgnis und der Anspruch auf vermehrte Anstrengungen der Industrie ohne weiteres berechtigt.

Daß etwas geschehen muß, ist offenbar! Allenthalben regt man sich. Nicht als ob auch diese Gegenbewegungen ohne alte Vorgeschichte wären, keine ruhige historische Entwicklung hätten! Das Auftauchen der Steinkohle als Feuerungsmaterial hat schon im Mittelalter, in England zum erstenmal sogar schon um die Wende des XII. nach dem XIII. Jahrhundert, in Sachsen (Zwickau) etwa zur gleichen Zeit die Organe der Regierung und Polizei veranlaßt, sich mit der Fürsorge für die Reinhaltung der Luft zu befassen. Im eigentlichen Zeitalter der Steinkohle und der Industrie bis zu Stöckhardts Tagen war der Kampf gegen die Rußplage, gegen Flugstaub, gegen den „Hüttenrauch" gewendet. Große Marksteine in der späteren Geschichte der Abwehr von Rauchschäden sind vor allem die Erlasse und Bestimmungen gegen den Steinkohlenrauch und gegen die Salzsäure-Exhalationen der Alkaliwerke, die luftgesetzlichen Bestimmungen in England (alcali acts von den Jahren 1863, 1868, 1871, 1881), deren erste die gänzliche Umgestaltung der Sodafabrikation mit Errichtung der Salzsäurewerke in England und Belgien bewerkstelligte; ferner die Einrichtung zur Fabrikatian der Schwefelsäure aus den Röstgasen der Metallhüttenwerke besonders in den sächsischen Hüttenwerken mit dem Bau des höchsten Schornsteins der Welt, der 144 *m* hohen Halsbrücker Esse bei Freiberg; schließlich die heutigen Versuche zur Ausgestaltung eines zweckmäßigen technisch begründeten deutschen „Luftrechtes", dessen Vorkämpfer Professor Jurisch*) in Berlin ist. Die Bewegung ist in keinem Lande bisher zum durchgreifenden Erfolg, d. h. bis zur umfassenden Gesetzesgestaltung gelangt, selbst in England nicht, wo man für

*) Eine ausführliche Zusammenfassung und Ergänzung der Abhandlungen Jurischs ist in Buchform erschienen: Jurisch: „Das Luftrecht in der deutschen Gewerbeordnung", Berlin 1905, C. Heimanns Verlag.

Einzelfälle jene vorbildlichen Gesetze geschaffen hat. Im Deutschen Reiche stehen leider der Gestaltung eines Reichsluftgesetzes fast unüberwindliche Schwierigkeiten in den Sonderrechten der einzelnen Bundesstaaten entgegen.

Um nun ein möglichst zutreffendes Urteil über die Notwendigkeiten und Möglichkeiten der Abhilfemaßnahmen zu gewinnen, muß der Gegenstand im Sinne der drei folgenden Fragen weiter erörtert werden:

1. Welche besonderen Umstände verursachen und fördern das Umsichgreifen von Rauchschäden und welche hemmen die ungünstige Wirkung?

2. Wieweit hat man bisher a) natürliche, b) technische Schutzmittel benutzt und welche Maßnahmen sind weiterhin empfehlenswert?

3. Wieweit sind die natürlichen und technischen Schutzmittel in Gesetz und Verordnung berücksichtigt oder beachtenswert?

Nur so werden einigermaßen deutliche Leitlinien der technischen Grundlagen für Maßnahmen zur Verhütung von Rauchschäden erkennbar werden.

II. (Frage 1.) Welche besonderen Umstände verursachen und fördern das Umsichgreifen von Rauchschäden und welche hemmen die ungünstige Wirkung?

Die Grundzüge von Ursache und Wirkung im allgemeinen waren in der Einleitung dargelegt. Besonders war nachgewiesen, daß die allgemeine Schwängerung der Atmosphäre mit schwefliger Säure für die Rauchschädenfrage ganz belanglos ist. Es sind vielmehr nur lokale Koeffizienten von Einfluß. Diese möchte ich aus praktischen Gründen in gewissermaßen umgekehrter Reihenfolge, von der Pflanze durch die Atmosphäre zur Rauchquelle, erörtern.

Ungünstige (bedrohliche) und günstige (schützende) Momente:

1. Individualfaktoren. Die Pflanzen selbst zeigen verschiedene Widerstandsfähigkeit gegen die Rauchsäuren. Gemeinsam ist allen Pflan-

zen die erhöhte Empfindlichkeit zur Zeit der Entfaltung neuer Blätter und Nadeln und zur Blütezeit, also in der ersten Hälfte der jährlichen Vegetationsperiode bis zum Kulminationspunkt, besonders so lange, als die Bildung der Kutikula und der Wachsschicht in der Epidermis der Blattorgane noch nicht vollzogen ist. Die praktische Erfahrung bestätigt dies stets aufs neue, denn wenigstens das Sichtbarwerden von Raucherkrankungssymptomen wird zumeist im Frühjahr oder der ersten Hälfte der Vegetationsperiode beobachtet.

Allgemein wird ferner beobachtet, daß die Koniferen im Grade der Ausdauer ihrer Benadelung weit empfindlicher gegen verdünnte schweflige Säure sind, als die Laubpflanzen, bei denen fast nur höhere Konzentrationen der schwefligen Säure und die stark hygrophilen Säuren zur sichtbaren Wirkung gelangen. Dagegen scheinen gegen letztere gerade die zarteren Laubblätter im Entwicklungsstadium, besonders bei der Buche hervorragend empfindlich zu sein. Man findet daher die chronisch verlaufenden Atmungs- und Vergiftungsschäden fast ausschließlich an Fichten- und Tannenbeständen, die zumeist akuter verlaufenden Ätzschäden sowohl am Nadelholze wie an Laubhölzern, vorwiegend Buche.

Im großen und ganzen wird dies überall beobachtet, während in vielen Einzelheiten bezüglich der Resistenzfolge verschiedener Nutzpflanzen die Angaben gewissenhafter Beobachter häufig weit auseinandergehen. Auch die gleiche Pflanzenart zeigt besonders bei den chronischen Atmungsschäden oft individuell sehr verschiedene Widerstandsfähigkeit. Es ist hier aber nicht der Ort zur Besprechung von weiteren Einzelheiten.

Die Berücksichtigung der größeren Widerstandsfähigkeit der Laubholzpflanzen — in beschränkterem Maße auch der Lärche und Kiefer — gegenüber der Fichte und Tanne hat in Sachsen und in einzelnen anderen Rauchgebieten zu umfassenden waldbaulichen Abwehrversuchen geführt, die im nächsten Kapitel kurz besprochen werden müssen.

Die Luftverunreinigung durch benachbarte Rauchquellen oder industrielle Ortschaften bei der Forsteinrichtung aber geradezu als Standortsfaktor in Anrechnung zu bringen, dürfte von der großen Mehrzahl der Forstleute als allzuweitgehender Rückzug der Forstwirtschaft vor der Industrie mit Recht angesehen werden.

2. Die eigentlichen Standortsfaktoren sind natürlich, wie für das allgemeine Gedeihen, so auch für die Widerstandskraft gegen Rauch entscheidend. Zunächst ist es ja so gut wie selbstverständlich, daß jede Pflanzengattung nur da kräftig gedeihen und volle Resistenz erlangen kann, wo die Gattung ihre spezifisch normalen Vegetationsbedingungen findet. Kulturtechnische Fehler in der Bestandsgründung und Bodenpflege können die Widerstandsfähigkeit bedeutend mindern oder vernichten. Auf Täuschungen und Fehler in dieser Hinsicht stützen auch häufig mit Erfolg bei der Klageführung die Sachwalter der beklagten Rauchquellen ihre Gegenbeweisführung.

Optimale Standortsverhältnisse, für jede Pflanzengattung individuell verschieden, bilden auch gegen Rauchwirkung, wie gegen entomologische und bakterielle Schädlichkeiten, ein hervorragend schützendes Moment.

a) Der Boden.

Geringe Bodenbonitäten, d. h. physikalisch und chemisch minderwertige Bodenbeschaffenheit, für die Pflanzengattung spezifisch ungeeigneter Boden, vor allem aber ungenügender, übermäßiger oder abnorm wechselnder Wassergehalt des Bodens, schaffen eine Prädisposition für Raucherkrankung, darunter am meisten der Wassermangel. Die Organe der Transpiration und Respiration, die Blattorgane sind es ja, die zuerst unter Trocknis zu leiden haben und an denen die Folgen stärkerer Trocknis allein in ganz ähnlicher Weise, wie Rauchschäden — nur meist über die ganze Pflanze gleichmäßiger verteilt und unabhängig vom Orte der Rauchquelle — zuerst bemerkbar werden.

Nur in bescheidenem Maße und überhaupt nicht immer lassen sich diese Bodenfaktoren im günstigen Sinne beeinflussen. Mir sind groß angelegte Versuche nach dieser Richtung aus einem der

stärkst beräucherten Staatsforstreviere Sachsens (Revier Lauter) bekannt. Dort hat der bisherige Revierverwalter, Oberförster Grohmann, mit besonderen Mischkulturen von Nadel- und Laubholz geradezu durch Hebung der Bodenfrische der Rauchwirkung entgegenzutreten versucht und wie es scheint, gewisse Erfolge erzielt. Allein ob sich, rein wirtschaftlich betrachtet, solche forstliche Maßnahmen rechtfertigen lassen, erscheint zunächst fraglich.

Das Gleiche mag von den Versuchen zur Bodenverbesserung durch Düngung im Walde (nicht nur im Saat- und Pflanzkamp, sondern gerade für Freiland-Kulturflächen) — Versuche, die von mehreren Vertretern der forstlichen Praxis auch gegen Rauch empfohlen worden sind — gelten.

b) Die Luft (klimatische Situation).

a) Von der Höhenlage abhängige Faktoren.

Lufttemperatur und absoluter Wassergehalt scheinen nicht je für sich Einfluß auf die Rauchempfindlichkeit zu haben, sondern im Zusammenwirken. Über die Bedeutung dieser Koeffizienten im einzelnen bei natürlichen Verhältnissen ist wenig bekannt, obgleich neuere botanische Untersuchungen durchaus sicher erwiesen haben, daß die Assimilationstätigkeit beim Übersteigen der Optimaltemperatur sehr stark herabgesetzt wird.*) Die Rauchempfindlichkeit steigt und fällt aber mit der Assimilationstätigkeit. (Vgl. hierzu weiter unten die Ausführungen unter II. 2. d Einfluß des Lichts.)

Wohl aber ist die relative Feuchtigkeit der Luft und die Niederschlagsmenge von größtem Einfluß. Beide nehmen mit zunehmender Höhenlage stark zu. Vom Königl. Sächs. meteorologischen Institute wird für Sachsen eine Zunahme der Niederschlagsmenge von 49,3 *mm* für je 100 *m* Steigung angegeben.**) Indem die Niederschläge die lokalen Gasströme

*) Vgl. Blackmann und Mathaei: „Proc. Roy. Soc." 1905, 77. 401 bis 460. Mathaei: „Philos. transact. of the royal soc. of London" 1904, 197, 47. L. Jost: „Biologisches Zentralblatt" XXVI (1906), 225: „Über die Reaktionsgeschwindigkeit im Organismus."

**) Schreiber: „Bericht über die 42. Versammlung des Sächsischen Forstvereins in Zwickau" 1897, S. 53.

auf die Pflanzen herabziehen, bevor sie sich genügend verstreut haben, erhöhen sie die Gefahr beträchtlich. Das den Blattorganen anhaftende flüssige oder feste Wasser (Rauhfrost, Schnee) absorbiert Rauchsäuren, besonders wenn der Rauch selbst reichlich Wasserdampf oder saure Nebel mit sich führt. Bodenfeuchtigkeit und Luftfeuchtigkeit sind im entgegengesetzten Sinne mitbestimmend. In trockener Luft ist die Pflanze, wie es scheint, wesentlich widerstandsfähiger als bei gehemmter Transpiration in feuchter Luft.

β) Sonstige klimatische Faktoren.

Als Überträger des Giftes von der Rauchquelle zur Pflanze sind natürlich die Luftströmungen von ausschlaggebender Bedeutung. Aber diesen Einflüssen ist mit exakten Untersuchungen am wenigsten beizukommen. Dennoch liegt eine wertvolle eingehende theoretische Arbeit eines Ingenieurs vor, der sich besonders mit der Frage der technischen Gasmischungsvorgänge befaßt hat: Studien des Norwegers J. Isaachsen (jetzigen Direktors in einer großen Maschinenfabrik in Braunschweig) „Über das Verhalten der Schornsteingase nach dem Verlassen des Schornsteins".*)

Diese Arbeit untersucht die Koeffizienten der Verdünnungsvorgänge in der freien Luft auf der Basis besonderer Studien über die Elemente einer Mischungslehre. Neben den inneren eigenen Koeffizienten der Bewegungsenergie, der Diffusion und des Auftriebes der Essengase, werden dort die äußeren Einflüsse der typischen Formen der Luftbewegung — außer der Windstille die einflußreichen Horizontalbewegungen (Wind), die aufsteigenden und die für lokale Verhältnisse seltenen absteigenden Strömungen — auf den Verlauf (die Dauer) der Verdünnungsmischung ergründet. Auf die Wiedergabe vieler wichtiger Einzelheiten muß hier verzichtet werden. Die Anwendung dieser theoretischen Studien ergibt mit einigen Ergänzungen folgendes:

Bei Windstille tritt die Verdünnung der Rauchgase ungemein langsam ein. Allerdings führen die lebendige Kraft der Gase und der Auftrieb möglichst ruß- und staubfreie heiße Gase

*) „Verhandlungen des Vereins zur Beförderung des Gewerbefleißes", 81, 169. Berlin 1902.

in hohe Luftschichten ein und können demnach — wenigstens in der Ebene — einen wesentlichen Schutz für die Vegetation der Umgebung bedeuten. Allein, da die schädlichen Gase beim Abkühlen weit schwerer als Luft werden, bieten Auftrieb und Diffusion nicht mehr den Schutz, zumal wenn die Rauchquelle in ein Tal versenkt ist und die Talränder nicht wesentlich überragt. Im Talkessel können sich in kurzer Zeit die sauren Essengase so anreichern, daß sie gefährlicher werden können, als wenn sie vom Wind direkt in die Pflanzenbestände hineingetragen werden. Überragt die Esse die Talhänge, so kommen die den Talzug kreuzenden Strömungen der oberen Luftschichten dennoch nicht völlig schützend zur Geltung, weil die quer darüberströmenden Winde Saugwirkungen im Tale auslösen. Tiefe enge Talzüge können in gewissem Grade geradezu wie eine Verlängerung des Schornsteins wirken.

Die seltenen sinkenden Strömungen kommen kaum — noch weniger wie die direkt aufsteigenden — in Betracht; erstere nur in ganz geringem Maße in ungünstigem, letztere in günstigem Sinne.

Den Horizontalbewegungen kommt bei manchen Windarten — so sehr es bei oberflächlicher Betrachtung anders aussieht, nur eine ungenügende zerstreuende Schutzwirkung, hingegen aber die Vermittlerrolle bei der Übertragung des Giftes zu. Gleichmäßig stark (oder schwach) strömender Wind hat im Gegensatz zu springenden rasch wechselnden Strömungen eine u. U. sehr geminderte Verdünnungswirkung. Selbstverständlich findet beim Austritt der Rauchgase an die Luft zunächst eine vielleicht vielfache Verdünnung statt. Diese nimmt aber vom Moment des Eintrittes paralleler Strömung und gleicher Geschwindigkeit der Gasbestandteile und Luft an rasch ab bis zu geringem Grade, falls nicht wirbelbildende Hemmnisse sich der Strömung entgegenstellen. Es kann in diesem Falle die zunächst erreichte Verdünnung auf große Strecken im wesentlichen unverändert bestehen bleiben. Nur wirbelbildende Hemmnisse helfen die Gefahr mindern. Man überschätzt demnach gewiß in vielen Fällen den günstigen Einfluß

des Windes. Wie z. B. Cl. Winkler*) für den Rauchstrahl quadratischen Rückgang der Säurekonzentration ansetzt, so findet man diese Idealschätzung in Gutachten häufig. Weiter folgt daraus, daß z. B. die Phalanx vorgelagerter Bäume einen beträchtlichen Schutz für die dahinter liegenden Bestände auf ebenen Flächen bilden kann, aber natürlich nur solange, als der Wind nicht schräg von obenher die Bestandsränder überströmt. Es ist demnach in jedem Falle falsch, in der Nachbarschaft oder inmitten von Waldbeständen hohe Schornsteine zu errichten. Aber gegen die allgemein verbreitete Meinung, daß hohe Schornsteine stets ein schützendes Moment bilden, muß ich weiter unten noch ausdrücklich Stellung nehmen.

Unter den horizontalen Luftströmungen herrschen am meisten die westlichen und südwestlichen in Mitteleuropa vor. Außer ihrer hohen Frequenz bilden ihr hoher Feuchtigkeitsgehalt und ihre meist gleichmäßige Strömung hervorragend ungünstige Momente. Sie führen den Rauchstrahl oft rasch und ohne genügende Verwehung seitlich in die Pflanzenbestände hinein.

c) Man hat ferner auch mit einem gewissen, aber wenig bekannten Sättigungsvermögen der Luft für Säuren, d. h. mit dem Gehalt an Ammoniak und ähnlichen basischen Gasstoffen usw. zu rechnen. Doch kann man annehmen, daß dies für die schweflige Säure nur wenig in Betracht kommt, weil ihr gegenüber die Nitrat- und Nitritbildung in der Luft die Vorhand haben. Eine beträchtliche Schutzwirkung aus dem Sättigungsvermögen abzuleiten, wie dies gelegentlich geschieht, ist jedenfalls nicht gerechtfertigt. Die Geschwindigkeit der Oxydation der schwefligen Säure zu Schwefelsäure in der Luft kommt meist wenig in Betracht, weil einerseits die völlig in der Luft aufgelösten Schwefelsäuredämpfe nicht wesentlich anders wirken werden, wie die schweflige Säure, andererseits aber die Umwandlung in Schwefelsäure bis zum Auftreffen auf die Pflanzen zumeist nur in geringem Grade vollzogen sein mag. Es

*) „Verhandlungen des Vereins zur Beförderung des Gewerbefleißes“, Sitzung vom 6. Februar 1899, S. 43.

könnte also hier allenfalls nur das Verhältnis der Oxydationsgeschwindigkeit zur Dauer der Strömung von der Rauchquelle zur Pflanze in Betracht kommen.

d) Als weiterer klimatischer Helfer für das Zustandekommen von Abgasschäden ist das Licht schließlich zu erwähnen.

v. Schröder*) und Hartig**) haben schon beobachtet, daß die Wirkung der schwefligen Säure mit der Beleuchtungsintensität zunimmt und bei Lichtmangel abnimmt. Ich habe später in ausführlichen Versuchen nachweisen***) können, daß wenigstens sichtbare Beschädigungen an jungen Fichten im Dunkeln und im Winter, also allgemein bei ruhender Assimilation, nicht auftreten, obgleich eine Steigerung des Schwefelgehaltes nachweisbar war, daß dagegen im diffusen Tageslicht und besonders im Sonnenlicht die Beschädigung rasch bis zur Tötung gehen kann. Wielert†) glaubt, daß die Wirkung des Lichtes auf die vom Licht abhängigen Funktionen der Spaltöffnungen zurückzuführen sei, setzt sich aber damit in Widerspruch mit den experimentellen Ergebnissen.

3. Situationsfaktoren. Die relative Lage der Rauchquelle zur Vegetation.

So unmöglich es fast erscheinen möchte, in der Beurteilung dieser Situationskoeffizienten zu exakten Schlüssen zu gelangen, so zweifellos ergeben sich folgende Regelmäßigkeiten, die bei ihrer enormen Wichtigkeit nicht übergangen werden können. Es handelt sich um die Abschätzung des Einflusses der Entfernung, der Richtung, beziehungsweise der zugehörigen Windfrequenz, und der Terraingestaltung (Form und Lage der „Fangfläche“). Diese Situationsfaktoren, in Verbindung mit den Zustandsfaktoren für die Rauchquellen, können sogar zur annähernden Berechnung der Anteile verschiedener Rauchquellen an einem konkreten Schaden in eine

*) v. Schröder-Reuß: „Beschädigung der Vegetation durch saure Gase“, S. 76 (Berlin 1883, P. Parey).

**) Forstlich-naturwissenschaftliche Zeitschrift 46 (1896), S. 252.

***) Tharander forstliches Jahrbuch Band 48 (1898), S. 152.

†) „Untersuchungen über die Einwirkung schwefliger Säure auf die Pflanze“, S. 41 (Berlin 1905, W. Springer).

Taxationsformel zusammengezogen werden, die ich früher vorgeschlagen*) und auch in verbesserter Form als Experte mehrfach angewendet**) habe.

a) Dem Abstand der Rauchquelle vom Pflanzenbestand kann man nicht die schützende Bedeutung beimessen, die man in Gutachten meist schätzungsweise viel zu hoch annimmt. Es ist dies allerdings der am meisten anfechtbare Faktor. Die oben unter II, 2 b) β) besprochene Verdünnung durch den Wind kann bei ungehemmter Strömung weit unter der quadratischen Reihe, ja unter einfacher Proportionalität mit der Entfernung bleiben. Der Einfluß der Distanz ist höchstens in linearer Dimension abzuschätzen, und zwar in bezug jeweils entweder auf den Rand oder die Mitte der Schaden- oder Fangfläche in der Richtung der vorherrschenden Windströmung von der Rauchquelle.

b) Die Richtung hat für akut schädigende Abgase weniger Bedeutung als bei verdünnten SO_2-Gasen, die an Koniferen die chronischen Schäden erzeugen. Erstere können schon bei kurzer Bestreuung überall im Kreise um die Rauchquelle herum sichtbare Beschädigungen hervorrufen; für die letztere Art der Rauchgase ist dagegen das Rauchschädenbild meist nur in der Richtung der vorherrschenden Windströmungen erkennbar. Die östliche und nordöstliche Lage zur Rauchquelle ist in Mitteleuropa infolge der mit 35 bis 40 % aller Windströmungen — einschließlich Windstillen — auftretenden Südwest- und Westwinden die meist gefährdete.

c) Die Terraingestaltung ist maßgebend für die Ausdehnung der Rauchschäden.

Sowie die Essenmündung die Pflanzenbestände einigermaßen überragt, so wird die mit Pflanzen einer Art und gleichen Alters bestockte Fläche, die vom Rauchkegel betroffen werden kann, in der Ebene eine elliptische Idealgestalt haben. Ist die Essenmündung niedriger, so bildet der Bestandsrand einen Schutzmantel

*) Zeitschrift für angewandte Chemie 14 (1901), S. 707.

**) Gutachten für das Königl. sächsische Landgericht Zwickau über Rauchschäden im Wildenfelser Walde. Als Manuskript gedruckt, S. 15.

für die dahinter geborgenen Bestände, aber eine ungenügend entsäuerte Rauchquelle frißt allmählich in die Bestände hinein.

Auf geneigter Fläche finden zwar bekanntlich nicht mehr, sondern etwa ebensoviel Bäume Platz, wie auf ihrer Horizontalprojektion, aber solche an Talhängen stehende Bestände sind gegen einen im Tale stehenden Schornstein viel stärker exponiert, als in ebener Lage. Fabriksanlagen in Tälern bilden deshalb natürlich für empfindliche Pflanzenbestände eine ungeheuer viel größere Gefahr, als solche in der Ebene. Gewöhnliche Steinkohlenfeuerungsgase werden da den mit Fichtenwald bestockten Hängen schon sehr gefährlich, wenn Verhütungsmaßnahmen unterlassen werden.

4. Die Zustandsfaktoren der Rauchquellen selbst sind, als die Ursache der Rauchschäden, etwa in folgendem Sinne bestimmend für den Verlauf und die Gegenmaßnahmen.

a) Die Gesamtmenge der Abgase hat nur Einfluß auf die räumliche Ausdehnung, kaum aber auf die Intensität der Schäden oder nur, wenn bei Windstille eine im Tale versenkte Rauchquelle die Luft allmählich mit Rauch mehr und mehr erfüllt. Für die Intensität ist zunächst maßgebend die

b) Beschaffenheit der Abgase nach ihrer qualitativen und quantitativen Zusammensetzung.

Die Konzentration oder der Verdünnungsgrad, d. h. das Verhältnis der schädlichen zu den relativ indifferenten Bestandteilen, ist für die Wirkung von entscheidendster Bedeutung, denn je mehr saure Bestandteile auf 1 *cbm* Rauchgase, desto schwerer fällt es dem Winde, solche hochkonzentrierte Gase bis zum Unschädlichkeitsgrade zu verdünnen, desto länger ist der Weg und die Zeit, bis dieses Ziel erreicht ist. Wo liegt aber diese Grenze? Das ist wiederum eine ungemein schwierig oder kaum lösbare, aber um so wichtigere Frage, lösbar nur in gewissem Grade und unter gewissen Voraussetzungen.

Schon Stöckhardt, dann v. Schröder, Wieler, Sorauer und Ramann und ich haben der Frage durch das Experiment beizukommen versucht. Als Leitpflanze bei diesen „künstlichen Rauchschäden" diente zumeist die Fichte und mit Recht, denn sie ist die am besten verwertbare und gegen Rauch typisch

empfindliche Holzpflanze. Die früheren Experimentatoren haben mit sehr primitiven Hilfsmitteln gearbeitet und, da die Versuchspflanzen dabei allzuwenig naturähnlichen Versuchsbedingungen ausgesetzt waren, harmonieren die Ergebnisse allzuwenig untereinander und mit den Erfahrungen in der Praxis.

Bisher gilt meist Stöckhardts und v. Schröders Beobachtung als Grundlage, wonach schon ein Raumteil schwefliger Säure in einer Million Raumteilen Luft nach 235 Einzelräucherungen in kleinen Glaskästen in 60 Tagen alle Merkmale chronischer Schäden an der Fichte hervorbrachte. Ich habe später mehrere Jahre lang zum Teil mit sehr dankenswerter Beihilfe der Assistenten Dr. H. Sertz und Dr. F. Schröder Versuche in einem besonders konstruierten Rauchversuchshaus,*) das die Versuchspflanzen einem nach Quantität und Gehalt annähernd meßbaren säurebeladenen, stetig erneuerten Luftstrome, also unter etwas naturgetreueren Bedingungen aussetzte, ausgeführt und bin dabei bisher zu dem Resultate gelangt, daß

> Gase mit einem Raumteil schwefliger Säure in 500 000 Raumteilen indifferenter Gase, d. i. 0,0002 Volumprozent erst im Verlaufe einer ganzen Vegetationsperiode an jungen Fichten deutliche chronische Erkrankung hervorrufen. Einzelne Exemplare bleiben dabei noch vollständig lebenskräftig, so daß man annehmen muß, daß in der Natur mit dieser Verdünnung der Unschädlichkeitsgrad erreicht ist.**)

Berücksichtigt man, daß in der Praxis solche anhaltende Bespülung mit sauren Rauchgasen kaum vorkommt, daß diese vielmehr nur im Verhältnis der in der gefährdeten Richtung wehenden Winde geschieht, so würde man — Proportionalität der Wir-

*) Tharander forstliches Jahrbuch, Band 48 (1898), S. 146.

**) Zeitschrift für angewandte Chemie 1901, S. 701.

kungen bei so großen Verdünnungen vorausgesetzt — bei 50 % derartig herrschenden Strömungen die annähernd gleiche Wirkung erst von der doppelten Konzentration 1 : 250 000, bei 33 % erst bei der dreifachen 1 : 170 000 zu erwarten haben. Die Größenordnung der unschädlichen Verdünnung für schweflige Säure könnte man also mit rund 1 : 200 000 oder 0,0005 Volumprozent*) angeben. Bis die Rauchgase auf empfindliche Pflanzenbestände auftreffen, müßten sie also diesen Verdünnungsgrad überschritten haben, und zwar entschieden überschritten haben, wenn man den Grundsatz der mehrfachen Sicherheit auch bei der Verhütung dieser Gefahr gelten zu lassen hat.

Läßt man Luft mit etwa 0,001 Volumprozent SO_2, d. i. 1 : 100 000, auf die Fichte einwirken, so beobachtet man im Verlauf weniger Wochen, ja einiger Tage schon, schwere Schäden, und die Konzentration 1 : 10 000 tötet junge kräftige Fichten sicher in wenigen Tagen, die Konzentration 1 : 2000 in wenigen Stunden. Letztere Konzentration entspricht ungefähr dem Gehalt der gewöhnlichen Steinkohlenfeuerungsgase innerhalb der Schornsteine, bei einem mittleren Schwefelgehalt der Kohle von 1 %, und überschreitet auch die Grenzzahl, bei der für Mensch und Tier das Atmen sehr erschwert wird (0,04 %), bez. das Leben überhaupt unmöglich werden soll (0,05 %). Dabei kann allerdings nicht übersehen werden, daß unter Umständen ein größerer Anteil des verflüchtigten Schwefels in gebundener unschädlicher Form entweicht, nämlich als Ammonsulfat, wenn z. B. die Kohle reichlich ammoniakbildenden Stickstoff enthält und nicht mit wesentlichem Sauerstoffüberschuß verbrannt wird.**) Wie groß dieser Anteil ist, läßt

*) Nach Rubner a. a. O. Band 57, S. 330, Band 59, S. 130, schädigt auch dieser Gehalt noch die Koniferen in den Großstadtgärten.

**) Vgl. die soeben erschienene Notiz von Dennstedt, Chemikerzeitung 1907, II, 550. Eine so große Bedeutung, wie von seiten dieses Autors angenommen wird, scheint mir aber nur ausnahmsweise diesem an sich günstigen Umstand beigemessen werden zu können.

Betriebsart	Abgase (Zusammensetzung nach Volumprozenten im Schornstein)											
	wesentlich unschädliche normale Rauchgase				schädliche, ausgesprochene saure							
					allgemeine häufige		besondere				seltene ausnahmsweise	
	N	O	CO_2 (CO)	H_2O	SO_2 + SO_4 H_2SO_4	HCl	Cl	HF	SiF_4 und H_2SiF_6	N Oxyde und Säuren	NH_3	sonstige
1. Holzrauch als unschädlicher „Normalrauch“	.	.	.	.	—	—						
2. Gewöhnl. Steinkohlenfeuerungsrauch:												
a) von Dampfkesselfeuerung .	77,41	10,13	8,73 (—)	4,70	0,063	0,005						
b) von Hausfeuerung . . .	79,50	8,00	12,50 (—)	?	0,04	?						
c) Großstadtluft in Berlin nach Rubner	—	—	0,04	—	0,00035 bis 0,00053	?						
3. Schwefelsäurefabriken:												
a) Kammersystem vor dem Gay Lussacturm .	.	.	.	.	0,23							
hinter dem Gay Lussacturm	.	.	.	.	0,13					.		
b) Kontaktsystem					wechselnd u. U. mehr als bei Kammersystem							
c) Zentralschornstein der Halsbrücker Hütten					0,144			?	?			

4. Kupfererzverhüttung:												
Vorröstöfen	.	.	.	.	1,7							
Gutröstöfen	.	.	.	.	0,67							
Pyritröstöfen	81	10			8,5 genutzt 0,45							
5. Sulfitzellulosefabrik	.	.	.	.	.							
6. Glasfabrik mit Sulfatbetrieb und Siemens-Regenerativheizung	.	.	.	.	b. Anheizen 0,089 b. Schmelzen 0,443	.						
7. Ultramarinfabrik	.	.	.	.	3,5 0,5							
8. Ziegelringofen	68,44	8,96	7,77	15,7	(—) 0,074	0,023		0,07				
9. Töpfereien (keramische u. Emaillierwerke, Glasur)	.	.	.	.	.	.	.	.	.			
10 Trübglasfabrikation	.	.	.	.	0,06	.			viel SiF_4			
11. Alkaliwerke					.	nach „Entsäuerung" 0,072						
12. Superphosphatfabrik				viel				0,045				
13. Lokomotivenrauch (nach Thörner)	49,39	6,30	5,41 (—)	40,86	(—) 0,039	0,004				.		
14. Salpetersäurewerke, Luftstickstofffabrik. Sprengstoffindustrie										.		
15. Braunkohlenschweelerei, Leimfabr.											.	H_2S
16. Bleiweißfabrik												Essigsäure

sich allerdings nur annähernd aus der jeweils vollständigen Analyse der Kohle ermitteln.

An diesen Zahlen muß ich nach meinen wiederholten Versuchen und auch nach den Beobachtungen in der Praxis festhalten, bis etwa noch vollkommenere Versuchseinrichtungen noch exaktere Grundlagen ergeben würden. An der Größenordnung, auf die es ja im wesentlichen ankommt, wird sich kaum etwas ändern. Die Wichtigkeit dieser Grundlage aber macht es mir wünschenswert, nochmals mit vervollkommneter Einrichtung die Versuche zu wiederholen. Leider fehlt es aber an Mitteln zur Herstellung eines einwandfrei konstruierten Rauchversuchshauses, das ich nach den bisherigen Erfahrungen im Sinne habe.

Die starken hygrophilen Mineralsäuren habe ich in Form feinverteilter saurer Nebel, die zweihundertel normalen Lösungen entsprachen, jedesmal auf eine Hälfte der durch eine Papierwand mit Drahtrahmen geteilten Versuchspflanzen einwirken lassen, um die geschonte Hälfte als Vergleichsmaterial zur Ausschaltung individueller Verschiedenheiten zu haben. Es ergab sich, daß die Salzsäure die relativ geringste, die Schwefelsäure die mittlere, Fluorwasserstoff- und vor allem Kieselfluorwasserstoffsäure die stärkste akute Schädigung vollbrachte.*)

Will man nun die Schädlichkeit verschiedener Rauchquellen nach ihrer qualitativen und quantitativen Beschaffenheit gerecht beurteilen, um daraus etwa Ansprüche an die Einführung von Verhütungsvorrichtungen abzuleiten, so muß man sich zunächst vergegenwärtigen, daß die Beschaffenheit der Abgase verschiedener Betriebsarten keine vollkommenen Regelmäßigkeiten aufweist und daß demnach das Schema sehr vom Übel sein kann, wenn es nicht auf die naturgemäß oder sachgemäß begründeten Hauptunterschiede der Betriebsarten sich beschränkt und die Berücksichtigung aller Übergangs- und Abänderungsformen zuläßt.

Immerhin gibt es T y p e n v o n A b g a s e n und Betriebsarten, die ich nach einigen mir aus der Literatur oder eigenen Bearbeitungen bekannt gewordenen B e i s p i e l e n in der vorstehenden Tabelle (S. 158/59) zur Übersicht zusammenstellen möchte.

*) „Zeitschrift für angewandte Chemie“ 1901, S. 701.

An dem oben angegebenen Maßstabe des unschädlichen Verdünnungsgrades (0,0005 Volumprozent) gemessen, erscheinen die in der Tabelle aufgeführten Beispiele von Rauchquellen — im Gegensatze zum ganz unschädlichen Holzrauche — sämtlich ungemein pflanzenschädlich, allerdings nur dann, wenn diese „Zustandsfaktoren" mit ungünstigen „Situationsfaktoren" zusammenwirken. Das Zustandekommen von Rauchschäden ist gewissermaßen an das Produkt beider Faktoren gebunden.

Selbst die Berliner Großstadtluft, deren Säuregehalt auf SO_2 berechnet den angegebenen Unschädlichkeitsgrad eben erreicht, soll ja Koniferen nicht gedeihen lassen. Demnach kann die Anforderung an die Verdünnung in jener Zahl jedenfalls nicht zu hoch bemessen sein.

Der gewöhnliche Steinkohlenfeuerungsrauch erfordert eine mindestens 100 fache Verdünnung in der Luft vor dem Auftreffen auf die gefährdeten Pflanzenbestände. Diese Aufgabe erfüllt aber die natürliche Verwehung in der Atmospäre nur bei ganz günstigen Situationsfaktoren. Mir sind besonders aus Sachsen mehrere Fälle bekannt, wo einfache industrielle Feuerungsanlagen in Schadenersatzprozesse verwickelt sind, darunter eine große Papierfabrik (ohne Sulfitzellulosefabrikation), die — sehr ungünstig in einem mit Fichten bewaldeten Talkessel belegen — große Waldbestände nur durch die Dampfkesselfeuerung mit Zwickauer Steinkohle *) verwüstet und zu enormer Schadenersatzleistung herangezogen wird.

Bei einer anderen großen Papierfabrik mit Sulfitzellulosefabrikation hat Herr Forstrat Gerlach in Waldenburg in Sachsen mittels seines zu diesem Zwecke besonders eingerichteten Aspiratorapparates und mit „Bromitlauge", die in meinem Institut hergestellt und nach Anwendung daselbst sorgfältigst untersucht wurde, mehrmals noch in der Entfernung von 450 bis 1200 *m*, bezw. 2000 *m* und 1000 bis 1500 *m*, in der Luft 0,000015 bezw. 0,0497 und 0,00154 Volumprozent SO_2 feststellen können. Die ursprüng-

*) Mit durchschnittlich 1,4 % „schädlichem" Schwefel, über 2 % Gesamtschwefel.

liche Konzentration an der Rauchquelle ist nicht bekannt. Aber hier ist die schweflige Säure in der Entfernung der exponierten Pflanzen noch in gefährlicher Höhe in mehreren Fällen gefunden worden.

Die Abgase der Glasfabriken mit Sulfatbetrieb führen natürlich sehr wechselnde Mengen von schwefliger Säure (Gesamtazidität!) mit sich, und dieser Umstand steht der Einführung von Entsäuerungsanlagen im Wege. Die Säure gelangt wesentlich während des Schmelzprozesses — also gerade wenn die Bläsertüren des Ofens geschlossen sind und von großem Luftüberschuß im Ofen keine Rede sein kann — in die Atmosphäre, die dann eine etwa 800fache Verdünnung zu vollbringen hätte.

Die Abgase von den Gay-Lussac-Türmen der Schwefelsäurekammern bedürfen nach ihrem ursprünglichen Zustande einer 200- bis 400fachen Verdünnung!

Röstanlagen der Metallhüttenwerke sind beim Verlassen der Schornsteine etwa 1000- bis 3000fach zu hoch säurehaltig! Trotzdem haben solche Gase nur knapp 1/4 bis 1/3 des Säuregehaltes, der für die Nutzung zur Schwefelsäurefabrikation erforderlich wäre.

Ultramarinfabriken, die zumeist wohl noch des schwankenden Säuregehaltes wegen wie Sulfatglasfabriken ohne Entsäuerungsanlagen arbeiten, stellen der Atmosphäre die in Tälern wenigstens unerfüllbare Aufgabe, die Abgase mit einer vieltausendfachen Menge Luft (1000- bis 7000-fach) unschädlich zu machen.

Die Betriebe der einfacheren keramischen Industrie (Ziegeleien,*) Töpfereien, Emaillierwerke) sowie die Superphosphatfabriken, vollbringen durch Schwefelsäure, Salzsäure, Chlor und zum Teil besonders durch die außerordentlich gefährlichen Fluorverbindungen ihre typisch akuten Ätzschäden, die bei un-

*) Vergl. die Broschüre des Deutschen Tonindustrievereins „Sind Ringofengase den Pflanzen schädlich", Berlin 1903, Verlag der Tonindustrie-Zeitung; bez. S. 105 u. ff.

günstiger Situation auch durch gute Entsäuerungsanlagen nicht zu verhüten sind.

Eine ganz eigenartige Stellung unter diesen Typen nehmen die Bahnanlagen ein. Während die Bahnhöfe mit ihren zahlreichen stehenden und beweglichen Rauchquellen stark industriellen Ortschaften vollkommen vergleichbar sind und in der Tallage wie diese die Koniferenbestockung der Hänge chronisch schädigen, übt die fahrende Lokomotive auf der Strecke meist nur ganz geringfügige akute Verletzungen an Laub oder Nadeln innerhalb einer kaum 100 *m* breiten Zone aus. Diese Eigentümlichkeit erklärt sich teils aus der Selbstbewegung der Rauchquelle, besonders aber aus der Beschaffenheit der Lokomotivgase, die nach Thörner*) nur Schwefelsäure, aber keine schweflige Säure enthalten sollen.

Wir sehen also, daß sich 3 Hauptgruppen schädlicher Betriebe herausheben:

1. Die Steinkohlenfeuerungsanlagen a) der Ortschaften, b) der Industrie und c) der Bahnanlagen, alle — mit Ausnahme der fahrenden Lokomotiven auf der Strecke — durch verdünnte schweflige Säure wirksam und hauptsächlich chronische Schäden erzeugend (Beispiele siehe Tabelle Nr. 2).

2. Die gewerblichen und industriellen Anlagen mit besonders hochkonzentrierten Schwefelsäureabgasen (Tabelle Nr. 3 bis 7).

3. Die industriellen Betriebe mit besonderen, stark mineralsauren Abgasen (Tabelle Nr. 8 bis 15).

Auf Grund dieser Zusammenstellungen läßt sich nunmehr die Frage 2 erledigen:

III. (Frage 2.) Wieweit hat man bisher a) natürliche, b) technische Schutzmittel benutzt, und welche Maßnahmen sind weiterhin empfehlenswert?

Die abstrakte Betrachtung der im vorigen Abschnitte zusammengestellten natürlichen Gefahr- und Schutzmomente könnte leicht über die Hemmnisse täuschen, die der Vermeidung der erkannten Schadensursachen und der Ausnutz-

*) „Stahl und Eisen“, 1889, Nr. 10.

ung der natürlichen günstigen Momente entgegenstehen. Wenn man diese in der Praxis des Pflanzenbaues, in der Technik, in Gesetz und administrativer Verordnung bisher unzureichend oder lückenhaft berücksichtigt hat, so ist das in der bisherigen Unklarheit der Anschauungen, in den außerordentlichen Schwierigkeiten der Beurteilung im konkreten Einzelfalle, in der Vielseitigkeit der Erscheinungen, in der Unsicherheit der Abwägung aller im besonderen Falle berührten wirtschaftlichen Interessen der Parteien und der Allgemeinheit, schließlich nur zum Teil in technischen Schwierigkeiten begründet. Da der land- und forstwirtschaftliche Pflanzenbau unter den heutigen intensiven Bewirtschaftungsverhältnissen nur ganz ausnahmsweise imstande ist, mit den industriellen Abgasen oder Rauch als gegebenem Standortsfaktor zu rechnen, und aus unmittelbar zwingendem wirtschaftlichen Anlaß alle optimalen Gedeihensbedingungen schon möglichst berücksichtigt, so fällt naturgemäß die ganze Last besonderer Verhütungsmaßnahmen auf die Schultern der Urheberin der Rauchschäden, der Industrie, die nur ausnahmsweise ein direktes wirtschaftliches Interesse bei solchen manchmal kostspieligen Veranstaltungen hat, vor allem solange das Versuchsstadium nicht überschritten ist. In Deutschland wenigstens haben diese Schultern schon viel zu tragen an der Rücksichtnahme auf die Allgemeininteressen nach den gewerbepolizeilichen Ansprüchen, an der Arbeiterfürsorge und anderem — mit dem für die Allgemeinheit allerdings erfreulichen Endergebnisse, daß unsere Industrie nur mit einer durchschnittlich außerordentlich hochgehobenen Intelligenzleistung gedeihen kann, daß das Minderwertige mehr und mehr ausgeschaltet wird und daß die Lebenshaltung der Arbeiter ganz bedeutend gehoben ist.

Dieser lebensvolle Organismus unserer Industrien, der tatsächlich am meisten für die Hebung des allgemeinen Wohlstandes leistet, darf nicht durch unvollkommene mechanische Bandagen schematischer Verordnungen und Gesetze so eingeschnürt werden, daß seine gesunde kräftige Weiterentwicklung gehemmt wird. Gute organische Gesetze, die den technischen Bedürfnissen

sich fortschreitend anzupassen imstande sind, werden ihn dagegen nur fördern, und da in den hochstehenden Kulturstaaten der Organismus der industriellen Produktion bereits zu kräftigem Mannesalter erwachsen ist, so ist er auch einer naturgemäßen Selbstzucht nach organischen Gesetzen fähig und verträgt technisch zweckmäßige Einschränkungen.

Nachgerade sind die Entschädigungssummen, die freiwillig oder erzwungen von der Industrie an Forst- und Landwirtschaft in vielen Fällen gezahlt oder zum Ankauf der gefährdeten Landparzellen aufgewendet werden mußten — und noch mehr die Summen, die unfruchtbar in Prozeß- und Verwaltungsstreitsachen verloren gehen, so beträchtlich geworden, daß die Industrie auch größere, an und für sich unrentabel erscheinende Ausgaben für dauernd wirksame technische Abhilfsvorrichtungen nicht scheuen kann, sofern nur einigermaßen Hoffnung auf Erfolg vorhanden ist.

Es entspricht der ganz natürlichen Entwicklung der Dinge, wenn die Industrie ebenso wie andere Wirtschaftszweige nur dann an die Einrichtung an sich unrentabler Vorkehrungen denkt, wenn eine dringende sachliche Notwendigkeit einzusehen und eine Möglichkeit in Sicht ist.

Die Notwendigkeit dürfte nach dem Vorausgegangenen erwiesen und nach der Bedeutung örtlicher Verhältnisse umgrenzt sein. Es handelt sich weiter darum, die Möglichkeiten und deren bisherige Ausnutzung zu erkennen.

A. Selbstschutz und Abwehrmaßnahmen im Land- und Forstwirtschaftsbetrieb.

Aus II, 1. und 2. a) (Widerstandsfähigkeit der Pflanzen selbst mit Berücksichtigung der Bodenpflege) ergibt sich zunächst als Schutzmittel:

1. a) Anbau rauchharter Gewächse zum Ersatz der rauchempfindlichen, oder als Beimischung zur Unterstützung der ersteren im Widerstand gegen die Abgase.

α) Im landwirtschaftlichen Pflanzenbau wäre zwar im allgemeinen wegen der alljährlichen Ernte eine Berücksichti-

gung rauchhärterer Nutzpflanzen (üppig vegetierende Hackfrüchte, Kartoffel, Rübe usw.) eher denkbar als beim Forstbetriebe mit seinem 70- bis 100 jährigem Umtrieb. Allein meist schließen die örtlichen Verhältnisse von Boden und Klima und Absatzmarkt eine solche Willkür in gewissem Grade aus. Hier haben solche Maßnahmen gar keine Allgemeinbedeutung.

β) Forstliche Schutzmaßnahmen.

In den Kreisen der forstlichen Praxis hat man die Möglichkeiten von waldbaulichen und waldpfleglichen Vorkehrungen, besonders in Sachsen, viel diskutiert und auch öffentlich über die Maßnahmen der Forstwirtschaft im Rauche verhandelt.*) Diese sehr wertvollen Äußerungen erfahrener sächsischer Praktiker haben zwar kein fertig abschließendes Resultat gezeitigt, aber sie lassen doch folgende Leitlinien erkennen:

Im finanziell-wirtschaftlichen Forstbetriebe ist der Ersatz der sehr rauchempfindlichen, aber hervorragend wertvollen Fichte (und der Tanne) durch rauchhärtere Holzarten nicht gerechtfertigt.

Im Osten und Norden und in direkter Nachbarschaft großer Fabriksorte, wo der Wald nicht nur wirtschaftliche, sondern auch ästhetische und sanitäre Zwecke für die Stadtbevölkerung zu erfüllen hat, sind solche radikale Maßnahmen aber nicht nur gerechtfertigt, sondern unter Umständen direkt geboten.

Ein charakteristisches Beispiel der Einwirkung einer großen Fabrikstadt auf ehemals wirtschaftlich ertragreiche Fichtenwaldungen, die sich im meist gefährdeten Osten und Nordosten der Stadt direkt anschließen, bildet die Stadt Chemnitz mit ihrem Zeisigwalde, der heute unter dem zwingenden Einflusse des Rauches bereits zu ⅓ in Laubholz umgewandelt ist. Diese Maßregel ist dort jedoch viel weniger wirtschaftlichen als ethischen und hygie-

*) „Bericht über die 42. Versammlung des Sächsischen Forstvereins Zwickau 1897", S. 8—32 (Unbescheid, Täger, Schier, Zschimmer, Gerlach).

nischen Rücksichten entsprungen, denn der Chemnitzer Stadtwald hat den Einwohnern vor allem als Stätte der Erholung zu dienen (vergl. die Ausführungen des Ratsförsters Schier a. a. O.).

Wo zahlreiche dichtgedrängte Hausfeuerungen mit stark schwefelhaltiger Steinkohle beteiligt sind, da ist allerdings einstweilen keine Aussicht für technische Abhilfevorrichtungen. Da muß der Selbstschutz des Forstbetriebs als letzter Behelf eintreten. Es wird aber da auch nur selten zu merklichen Schäden kommen.

Wie zu erwarten, werden in derartigen Fällen (Schäden von Ortschaften), wo nur verdünnte saure Gase (vorwiegend schweflige Säure) in Frage kommen, nur die typischen chronischen Vergiftungsschäden geschildert, denen fast nur die Fichte und Tanne zum Opfer fallen, während die Kiefer und die Laubhölzer, besonders Eiche und Birke, aber selbst die Buche unbehelligt bleiben.

Außer der radikalen Umwandlung von Fichten- und Tannenbeständen in Buchen-, Birken- und Eichenwald hat man auch Mischungen der Fichte mit Kiefer und Buche usw. versucht. Ganz konsequent und mit gewissem Erfolge sind diese Versuche, wie oben unter II 1 und 2 a) erwähnt, vom sächsischen Oberförster Grohmann durchgeführt worden, und ich entnehme dessen öffentlich vorgetragenen, aber leider noch ungedruckten Darlegungen als wichtigstes Ergebnis den Hinweis auf die Bedeutung und die Ausführungsweise solcher Mischkulturen in Rauchlagen, die vor allem die Erhaltung ausgiebiger Bodenfrische ermöglichen, vorwiegend Fichte mit Buche, oder in den meistgefährdeten Lagen ohne jede bodenpflegliche Rücksicht die an und für sich rauchharte Birke. Wie gesagt aber nicht im reinen Wirtschaftswalde!

Nach den statistischen Erhebungen, die die chemische Abteilung der sächsischen forstlichen Versuchsanstalt mit Förderung von seiten der Sächsischen Ministerien im Jahre 1906 angestellt hat, sind die forstlichen Schutzmaßnahmen, die in Rauchgebieten Sachsens versucht worden sind, u. a. folgende.*)

1. Anlegung von **Laubholzschutzstreifen**

im Staatsforstrevier Cunnersdorf Weißerle und Birke bis 50 *m*

*) Ausführliches über die hier erwähnten Beispiele und andere forstliche Maßnahmen findet sich bei E. Schröter, „Die Rauchquellen im Königreiche Sachsen und ihr Einfluß auf die Forstwirtschaft" Kapitel IV und V. Diese Sammlung Heft 2.

breit gegen einen Bahnhof, im Staatsforstrevier Lauter gegen die Industrierauchquelle von Aue und Auerhammer im Erzgebirge, im Privatforstrevier Förder- und Hinter-Glauchau bei einer Zellulosefabrik.

2. **Vollständiger Übergang zum Laubholz,** und zwar:

zum **Eichenhochwald** in der Döhlener Parzelle des Tharandter Staatsforstreviers bei der großen sächsischen Gußstahlfabrik,

zum **Buchenwald mit Fichtenbeimischung** (für Nebennutzung), später zum **Buchenhochwald** im Stadtwald bei Chemnitz,

zur **Birkenanpflanzung** im Staatsforstrevier Dresden im Nordosten der Stadt (bisher etwa 17 *ha*), und im Staatsforstrevier Lauter;

zum **Anbau verschiedener Laubholzmischungen** (und Unterbau)

im allgemeinen im Staatsforstrevier Rehefeld bei der Bahnhofsanlage Moldau (Buche, Esche, Ahorn, Birke),

im Staatsforstrevier Lauter bei einer Ultramarinfabrik (Grohmanns Versuche),

im Staatsforstrevier Rückerswalde bei einer Ziegelei,

im Staatsforstrevier Wendischcarsdorf im Bereich einer Ziegelei,

in den fürstlich Schönburg'schen Revieren.

3. **Ersatz der Fichte durch die rauchhärtere Kiefer** oder Bevorzugung der letzteren,

im Staatsforstrevier Grillenburg längs der stark frequentierten Eisenbahnlinie Dresden—Chemnitz—Werdau,

im Staatsforstrevier Zwenkau in der Umgebung von Ziegeleien,

im Privatforstrevier Förder- und Hinter-Glauchau bei einer Zellulosefabrik,

im städtischen Revier Kamenz.

4. **Mischkulturen von Fichte, Kiefer und Laubhölzern:**

Fichte mit Buche im Staatsforstrevier Lauter (Grohmanns Versuche),

Fichte mit Lärche im Staatsforstrevier Dittersdorf,

Fichte mit Kiefer im Staatsforstrevier Spechtshausen gegen die fiskalischen Metallhüttenwerke und im Staatsforstrevier Naundorf (Begünstigung von Kiefer und Lärche bei der Bestandspflege),

Fichte mit Kiefer und Lärche im Staatsforstrevier Zwenkau (westl. und nordwestl. Teil der sog. „Harth"),

Fichte mit Kiefer, Lärche, Buche im Kirchenwald bei Lößnitz gegen Blaufarbwerke,

Fichte mit Kiefer, Lärche, Buche, Erle im Poppenwald der Stadt Zwickau.

Es muß natürlich forstlichen Sachverständigen vorbehalten bleiben, den Wert dieser Maßnahmen zu kritisieren. Stets haben aber forstliche Abwehrmaßregeln nur den beschränkten Wert von

Palliativmitteln und nur technische Vorkehrungen an der Quelle der Abgasgifte können das Übel heilen.

Wenn überhaupt im Waldbau der Rauchfrage irgendwie ein mitbestimmender Einfluß zukommen kann, so wäre zu berücksichtigen, daß die Einseitigkeit bei der Bestandsgründung, vor allem die reine Fichtenwirtschaft, das Auftreten der Rauchschäden in ähnlicher Weise fördert, wie sie parasitäre Schäden zur Folge hat.

1. b) Die Lichtwirkung (II, 2 d) würde nur ausnahmsweise bei Verhütungsmaßnahmen bedacht werden können, etwa wie die Vermeidung der Beräucherung der Pflanzen zur Zeit der Entfaltung der Blätter und Blüten.

Es gibt viele kleinere Werke mit Tag- und Nachtbetrieb, bei welchen die Arbeitsweise nicht kontinuierlich ist, wo vielmehr der Wechsel der Ofenchargierung oder die gefährlichen Prozesse, bei welchen die sauren Gase entweichen, am Tage oder in der Nacht periodisch sich vollziehen. Würde dann die Periode so eingerichtet werden, daß die Pflanzenwelt nur während der Assimilationsruhe (bei Nacht und im Winter) von nicht allzu sauren Exhalationen berührt würde, so wäre das Unheil in gewissem Grade vermieden, denn die Empfindlichkeit erstreckt sich vorwiegend auf die helleren Tagesstunden. Dies nur solange, als nicht gewissenlos ungeheuerliche Massen saurer Gase entlassen werden.

So würden kleine Glasfabriken den Schmelzprozeß, kleine Ultramarinwerke ihre Blauröstung, Superphosphatfabriken ihren Aufschlußprozeß mit Vorteil möglichst in die Nachtstunden verlegen können, wenigstens solange die Vegetation der Umgebung im Zustand größter Rauchempfindlichkeit ist. Wo die Tätigkeit eines Werkes auf eine „Campagne" beschränkt ist, da wird die Betriebsunterbrechung, wenn irgend möglich, auf den Frühsommer zu verlegen sein. Entsäuerungsanlagen sind natürlich besonders für jene Düngerfabriken nicht entbehrlich.

Allein diese Maßnahme kann keine vollkommene Sicherheit verbürgen. Als Grundlage für gewerbepolizeiliche oder praktische Bestimmungen dürfte sie daher kaum geeignet sein, aber auch schon deshalb nicht, weil die Betriebsweise kleinerer Werke im Anwachsen des Betriebes nicht in solcher Weise stets beschränkt bleiben kann.

2. Aus II., 2. ergibt sich die Berücksichtigung der Standortsfaktoren in folgendem Sinne:

Zu II., 2. a): Zur Bodenpflege sind neben zweckmäßiger Bestandesgründung alle wirtschaftlich gerechtfertigten nicht unzweckmäßigen Mittel anzuwenden, welche die Erhaltung oder Mehrung der Bodenfrische gewährleisten. Entwässerung des Bodens (für Wasserleitungen usw.), solange nicht von Wasserübermaß die Rede sein kann, muß sorgfältigst vermieden, Bewässerung trockener Böden nach Möglichkeit gefördert werden. Bodeneinschnitte für Wege-, Kanal-, Bahnbauten, besonders an Hängen, sind möglichst zu vermeiden oder durch bauliche Verkleidung unschädlich zu machen, Wasserleitungen mit größter Vorsicht anzulegen.

Gegebenenfalls sind vielleicht neben der Fürsorge für Bewässerung auch Düngungen ganzer gefährdeter Jungbestände anwendbar. Im Walde, wo die Bodenbildung durch die Pflege in ganz anderer Weise als beim Feldbau beeinflußt wird, scheinen die Düngungsfragen eine neue eigenartige Bedeutung zu gewinnen.

Zu II., 2. b): Die klimatische Situation kann nicht anders berücksichtigt werden, als dies der heutige hohe Stand der Agrikulturwissenschaft und besonders der Forstwirtschaft in den Lehren des Waldbaues und des Feldbaues bereits tut.

Die unter II., 2. b) β) besprochenen Luftbewegungen sind naturgemäß nur im Zusammenhange mit den Situationsfaktoren unter III., 3. zu berücksichtigen.

B. **Die Verhütungsmaßnahmen der Technik.**

1. Nach II., 3. sind die Situationsfaktoren folgendermaßen zu berücksichtigen.

a) Für den erwünschten Abstand der Rauchquelle von empfindlichem Nadelwalde können keine auch nur annähernd bestimmte Normen angegeben werden. Und wenn man auch annehmen will, daß für gewöhnliche Steinkohlefeuerungen eine Distanz von wenigen Hektometern im allgemeinen zureichend sein würde, für stark säurehaltige Rauchquellen aber etwa

ebensoviele Kilometer, so läßt sich das in der Wirklichkeit örtlicher Projekte oder bei bestehenden Anlagen nur selten berücksichtigen.

Die direkte Nachbarschaft (etwa innerhalb der ersten 100 *m*) zu empfindlichen und wertvollen höhergelegenen Pflanzenbeständen sollte, wenn irgend angängig, von der Industrie im eigenen Interesse gemieden werden.

Ein Vorbild zu einer solchen Bestimmung besteht allerdings bereits in Sachsen in einer Bestimmung der Bauordnung, welche der Forstverwaltung ein Vetorecht bei Neubauten zur Vermeidung von Feuersgefahr einräumt, wenn das Projekt innerhalb der ersten 60 *m* Abstand vom Walde angemeldet ist.

Aus Abschnitt II, 3. b) des vorigen Kapitels folgt, daß auch für größere Entfernungen, als vorhin angegeben, die Richtung der vorherrschenden Winde oder der durch Talzüge, Anhöhen usw. abgelenkten Luftströmungen bei der Neuanlage zu meiden sind.

Im Maße der lokalen Windfrequenz trifft dies in der Folge mehr oder weniger auch für einzelne andere Richtungen zu.

Noch weniger als diese beiden ersten Punkte dürfen die Anstrengungen zur Verhütung von Rauch den folgenden außer acht lassen:

c) Die Darlegungen unter II., 3. c) berühren den wundesten Punkt, die bisher entschieden zu weitgehende Vernachlässigung ungünstiger Terraingestaltung. Bei der Tallage ist jede Dampfkesselfeuerungsanlage für bestockte Hänge in ersten Hektometern Abstand außerordentlich gefährlich. Mir sind Fälle zur Begutachtung vorgelegt worden, wo kleine Papiermühlen, die zum großen Teile Wassertriebkraft und nur zeitweise Dampfmaschinen benutzten, in tiefeingerissenem Tale belegen, unzweifelhaft chronische und selbst akute Fichtenwaldbeschädigungen an den Hängen und über diese hinaus vollbracht haben, und einen typischen Fall bekam ich unter die Hände, wo eine große sächsische Papierfabrik ohne Zellulosefabrikation durch ihre gewaltigen Dampfkesselfeuerungen, ebenfalls in einem tiefen Tal-

kessel liegend, in die ringsum ansteigenden Fichtenbestände geradezu verwüstend eingreift.

Hier ist eine Lücke in den bisherigen Verhütungsmaßnahmen offenbar. Die Folgerungen, die sich daraus ergeben, weiter unten!

2. Die Berücksichtigung der Zustandsfaktoren der Rauchquellen (II., 4.) ergibt zunächst, daß a) die Bewältigung großer Gasmassen nur im Tale bei Windstille Schwierigkeiten macht. In ebener oder überhaupt freier Lage dagegen nicht.

a) Die im allgemeinen belanglose Gesamtmenge der Abgase gewerblicher oder industrieller Anlagen fordert aber ebenfalls die Vermeidung der Tallage oder der Nachbarschaft mit Nutzpflanzen bestockter Hügel und Berge.

Es muß hier nur nochmals hervorgehoben werden, daß es unrichtig ist (aber gewöhnlich geschieht!), die gewerblichen Anlagen nur nach der Abgasmenge oder dementsprechend nach dem Kohlenverbrauche zu beurteilen. Mit der eben erwähnten Ausnahme gründet sich die Verpflichtung zur Einrichtung von Verhütungsvorkehrungen statt auf die Gasmengen nur auf die unter

b) besprochene Beschaffenheit oder die Säurekonzentration der Abgase.

Die Vielgestaltigkeit dieser Zustandsfaktoren läßt, wie im vorigen Kapitel, nur eine allgemeine Besprechung der Abwehrmaßnahmen nach den dort angegebenen 3 Hauptgruppen zu.

Es bedarf nur der Erwähnung, keiner besonderen Begründung, wenn man fordert, daß jeder konkrete Fall nur auf Grund besonderer Untersuchung beurteilt werde und gesetzliche Vorschriften Raum für individuelle Behandlung und für Fortschritt lassen müssen.

Die Beseitigung des ungünstigen Zustandes der Abgase, das heißt die Entfernung der sauren Gase und sauren Nebel (ausnahmsweise auch ammoniakalischer Gase), ist bei den oben erwähnten drei Hauptgruppen typisch schädlicher Betriebsarten sehr verschieden leicht durchführbar. Die ausprobierten oder vor-

geschlagenen Versuche und Konstruktionen zur Entsäuerung der Abgase sind zahlreich.

Es sind hier folgende Vorschläge, Versuche und Ausführungen zu nennen:

a) Verhütung der Entstehung saurer Dämpfe durch Abänderung der chemischen Verfahren, beziehungsweise Einführung harmloser Rohstoffe (schwefel-, chlor-, fluorfreier Ausgangsmaterialien).

Nur ganz ausnahmsweise läßt die Natur eines Produktionszweiges eine solche radikale Abänderung zu. Nur, wo dies dem natürlichen Entwicklungsgang und der wirtschaftlichen Ausgestaltung des Betriebs entspricht. Hier können wieder technisch unzweckmäßige (polizeiliche) Vorschriften viel Schaden anrichten, viel entwicklungsfähiges Leben der Technik vernichten, vor allem wenn sie nichtsachverständiger Willkür unterworfen sind. In dieser Beziehung sind die deutschen und österreichischen gewerbepolizeilichen oder gesetzlichen Bestimmungen verbesserungsbedürftig und verbesserungsfähig (vergleiche weiter unten).

Wir stehen heute noch mitten in der verhältnismäßig raschen natürlichen Umwandlung der Technik sowohl im chemischen Sonderbetrieb, wie vor allem in der Beschaffung der Betriebskräfte, das heißt der Energieformen (mechanische Arbeit, Wärme, Licht, Elektrizität, chemische Energie).

Die Ausblicke auf die Zukunft der natürlichen Weiterentwicklung der Technik — auf die Ausnutzung der Wasserkraft, die uns vor allem die Elektrizität als vielseitigste moderne Energiequelle liefert — auf die Verschweelung der Kohle direkt bei den Lagerstätten mit Verteilung gereinigter Nutzgase durch Fernleitungen über ganze Länder und mit Massenproduktion der ungemein wertvollen Destillate und des vorzüglichen schwefelarmen Brennstoffes Koks, auf die Anwendung und auch die Herstellung schwefelarmer Brennmaterialien überhaupt.*) Diese Aussichten berechtigen zu der

*) Junge Braunkohlen, Lignite 2c. In diesem Sinne ist u. a. die Aussiger Anlage zur Erzeugung des relativ schwefelarmen „Kaumacits“ aus böhmischer Braunkohle zu erwähnen. Bei diesem Material ist allerdings mit einer starken Flugaschebildung zu rechnen. Desgleichen hat

Hoffnung, daß der naturgemäße Fortschritt der Technik im großen an sich schon zur Rauchschadenverhütung beitragen wird. Allein diese Zukunftshoffnung ist bis heute nur in bescheidenem Maße erfüllt und auch nur teilweise oder nicht an jedem Orte erfüllbar.

Im Einzelbetriebe läßt sich gelegentlich die Vermeidung schädlicher Prozesse dagegen wohl manchmal mit Rücksicht auf entschieden exponierte Vegetation durchführen. Zum Beispiel ist es wohl denkbar, daß eine Glasfabrik unter solchen Umständen Fluoride ganz vermeidet und das Sulfat durch Soda ersetzt, wenn irgend entsprechend höherwertige Glaswaren von dort auf den Industriemarkt gebracht werden können.

β) Selbst solche Abänderungen des chemischen Verfahrens hat man vorgeschlagen; bei welchen der Säuregehalt der Abgase so weit verstärkt wird, daß sie zur Schwefelsäuregewinnung geeignet werden.

So hat Schott*) gerade für die Glasfabriken empfohlen, den kohlensauren Kalk durch Gips zu ersetzen. Dadurch würde die schweflige Säure vom Natriumsulfat beträchtlich vermehrt werden und nutzbare Gase entstehen. Dies führt uns weiter zu den künstlichen Schutzmitteln und industriellen Abhilfemaßnahmen.

γ) „Entsäuerung", d. i. Beseitigung der sauren Dämpfe aus den Abgasen, mit oder ohne Nutzung derselben. Selbst wenn dieser letztere wirtschaftliche Anreiz, die Abfallverwertung, theoretisch nahelag, so beweisen doch die schon eingangs erwähnten bedeutungsvollsten Beispiele in der Rauchschädengeschichte, daß tatsächlich zunächst nicht die Durchschauung der Gefahr allein, sondern erst der kategorische Imperativ der sachlichen oder gesetzlichen Unerläßlichkeit so bedeutungsvolle technische Fortschritte bei den künstlichen Abwehrmaßnahmen — im Gegensatze zu den vorerwähnten natürlichen — zeitigen kann und daß solche wesentlich technische Umgestal-

---

die sogen. „Desulfurit"-Gesellschaft eine mit Kalk brikettierte Kohle („Desulfuritkohle") in den Handel gebracht, die den schädlichen Schwefel in der Asche zurückhalten soll. Über den Erfolg ist mir nichts bekannt geworden.

*) Dinglers „Polytechnisches Journal" 221 (1877), 142; vergl. auch Lunges Bemerkung hierzu: Sodaindustrie, 2. Aufl., I. Band, S. 257.

tungen bis zur gänzlichen Umwälzung des Produktionsbetriebes meist mit der direkten Verwertung der gefährlichen Abfallgase oder des Flugstaubes (Arsenik im Hüttenrauch!) verbunden waren. Das ehemalige Abfallgas der Alkaliwerke, die pflanzenfeindliche Salzsäure, wurde zeitweise ausschlagendes Hauptprodukt und wird seither allgemein genutzt.

Die Röstwerke der Metallhütten wurden durch die Anlage von Schwefelsäurekammern, in Freiberg zum erstenmal durch das Kontaktsystem Clemens Winklers, auch für ärmere Röstgase in unserem hygienischen und gleichzeitig im ökonomischen Sinne vervollkommnet.

Die Freiberger Hüttenwerke sind aber auch in neuerer Zeit stets vorbildlich allen anderen Hüttenwerken vorangegangen und schrittweise dazu gelangt, sämtliche Sulfiderz-Röstprozesse mit den Bleikammer- und Kontaktfabriken in Verbindung zu bringen. So wird heute auf Muldenhütten auch die Bleiverhüttung nach dem „Huntington-Heberlein-Verfahren" *) in geschlossenen Apparaten in der Weise ausgeführt, daß die (von vielen anderen Hüttenwerken in die Luft geblasenen) sauren Abgase der Blei- und Zinkhütte in der Kontaktfabrik mit Vorteil genutzt werden.**)

Aber auch da, wo sich nicht so naturgemäß die Entsäuerung mit der Nutzung der Abgase verbinden läßt, ist — im Freiberger Bezirke wiederum in hervorragender Weise — dieses Ziel durch eine Reihe von besonderen Entsäuerungsanlagen angestrebt worden. Die Freiberger Bergingenieure Reich***) und Hering†) haben schon in den Jahren 1856 bezw. 1888 Übersichten über die bis dahin bekannt gewordenen Verfahren zur „Verdichtung des Hüttenrauches" herausgegeben.

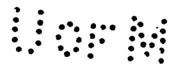
---

*) Jahrbuch für das Berg-, Hütten- u. Salinenwesen Preußens 1905.

**) Briefliche Mitteilung des Herrn Bergrat Kochinke vom Kgl. Oberhüttenamt zu Freiberg.

***) Reich, Die bisherigen Versuche zur Beseitigung des schädlichen Einflusses des Hüttenrauches bei den fiskalischen Hüttenwerken zu Freiberg 1858.

†) Hering, Die Verdichtung des Hüttenrauches, Stuttgart 1888, Cotta'sche Buchhandlung.



Der erste Teil der neuen Heringschen Schrift behandelt die Vorrichtungen zur Verdichtung der Feststoffe (Flugstaub) des Hüttenrauches, die ich hier zu übergehen habe, weil diese Frage seit zwei Jahrzehnten im wesentlichen als gelöst angesehen werden kann, wenn auch gelegentlich immer noch Flugstaubgifte, vor allem arsenige Säure, Belästigungen in der Nachbarschaft solcher Hüttenwerke verursachen, wo vorwiegend arsenidische Erze verhüttet werden (Kobalterze).

Der zweite Teil der Heringschen Schrift behandelt dagegen die „Unschädlichmachung und Verdichtung der im Hüttenrauch enthaltenen sauren Gase". Später hat Lunge*) in seinem großen Handbuche der Sodaindustrie, I. Band, S. 256 u. f., die Verfahren zur „Kondensation der schwefligen Säure aus Hüttenrauch" besprochen.

Diese Verfahren sind mit den weiter bekannt gewordenen Ergänzungen als bisherige Versuche zur Entsäuerung hier von Wichtigkeit.

1. Kondensationsverfahren.

a) An eine direkte Verdichtung der Abgassäuren durch Kompression und Abkühlung oder durch Anwendung sehr tiefer Temperaturen allein zum Zwecke der Unschädlichmachung kann kaum gedacht werden, weil meist allzugroße heiße Gasmassen zu bewältigen sind und, auch wenn kleinere Mengen in Betracht kämen, diese Abgase hierfür zu weit verdünnt sind. Man würde sonst längst sich der von Pictet erkannten Vorzüge der gemeinsamen Verdichtung von Kohlensäure mit schwefliger Säure zur Erzeugung der „Pictet-Flüssigkeit" für Kälteerzeuger bemächtigt haben.

b) Die direkte Verdichtung durch Abkühlung auf tiefe Temperatur mit Unterstützung durch Adsorption auf Holzkohle und ähnlichen durch Oberflächenwirkung ausgezeichneten Substanzen, ist heute im kleinen experimentell soweit gelungen, daß man hierauf exakte analytische Verfahren begründet hat zur Lösung des ungemein schwierigen

*) D. R. P. Nr. 33, 733 von 1885; vergl. Hering, a. a. O. S. 60.



Problems der Bestimmung geringster Anteilmengen saurer Gase in großen Massen indifferenter Gase.*)

Allein für die technische Arbeit ist einstweilen die Beschaffung solcher Kühlmittel und Kühlgrade unerreichbar.

2. Die Beseitigung der schwefligen Säure durch Umsetzung mit Schwefelwasserstoff, wobei Schwefel nach dem Vorgange $SO_2 + 2H_2S = 2H_2O + 3S$ gewonnen wird, ist bisher mehr vorschlagsweise, als in praktischer Ausführung aufgetaucht.**) Kosmann hat zu diesem Zwecke an Stelle des freien Schwefelwasserstoffes das Kalziumsulfid und Kaliumsulfhydrat empfohlen und auf einem schlesischen Hüttenwerke (Zink u. a. Metalle) ausprobiert,***) nachdem der Versuch Cl. Winklers, Natriumsulfidlösung zu verwenden, aufgegeben war.

3. Absorptionsverfahren.

a) Absorption der sauren Gase durch basische Materialien.

Man hat selbst Metallabfälle zur Absorption und Nutzbarmachung dünner Schwefelsäuregase im Hüttenbetriebe verwendet, um dann die leicht löslichen und gut kristallisierbaren Sulfate Eisenvitriol, Zinkvitriol, Kupfervitriol und Alaun, aus sonst wertlosem Abfallmaterial auszulaugen. Hering (a. a. O. Seite 54) schildert Konstruktionen dieser Art und besonders eine eigene Konstruktion, die den Zweck der Entsäuerung der Abgase verbunden mit der Extraktion von Abfällen oder armen Erzen für Kupferhütten erfüllen soll.

Die Patentliteratur gibt zahlreiche Versuche mit Metalloxyden und Karbonaten bekannt, unter denen in der Praxis aber aus naheliegenden Gründen nur die wohlfeilsten Materialien in größerem Maßstabe Verwendung finden konnten.

---

*) Vergleiche Wohl und Losanitsch, Berichte der Deutschen Chem. Ges. 38 (1904), Band 4, 4149. W. Hempel, Zeitschrift für Elektrochemie, 12, (1906), S. 600.

**) Vergleiche Hering, S. 51.

***) Verhandlung des Vereins zur Förderung des Gewerbefleißes, 1882, S. 387: vergleiche auch die Broschüre „Sind Ringofengase der Vegetation schädlich?“ Verlag der Tonindustriezeitung, 1903, S. 112.

Die Kiesabbrände der Pyritöfen würden gewiß ein besonders zweckmäßiges Material abgeben, wo sich irgend eine Verwertung des Ferrisulfats etwa zur Alaunbereitung oder selbst Vitriolöl und SO_3-Bereitung anschließen ließe.

Die relativ immer noch zu kostspielige Soda findet nur unter besonderen Umständen Anwendung für solche Zwecke. Dünne Sodalösung rieselt in Türmen mit geeigneter Oberflächenfüllung den Abgasen entgegen und liefert schließlich eine Bisulfitlauge, die unter günstigen örtlichen Verhältnissen wohl abgesetzt oder benutzt werden kann.*) Nur ausnahmsweise wird man indes an eine solche Entsäuerung mit Soda in den Verhältnissen der Großtechnik denken können.

Die wohlfeilste Basis der Technik, der Kalk, und die ursprünglichste Form dieser Basis, der Kalkstein, sind selbstverständlich, wo irgend angängig, das zweckmäßigste chemische Entsäuerungsmaterial. Den Kalk in den drei Hauptformen als Kalksteinbruchstücke, als gebrannter (Stück-) Kalk und als Kalkmilch findet man demgemäß allgemein als geeignetstes Füllmaterial von Entsäuerungsapparaten (Kammern, Türmen, Kanälen); auch Kalkmilch, die man in kleineren Apparaten durch Verteiler in die abziehenden Gase anhaltend einsprengt. Kalkstein ist nur für schwefligsaure Gase geeignet. Er setzt den Abgassäuregehalt in doppelter Weise herab, indem er Säure zum Teil zurückhält und den Rest mit der äquivalenten Menge der unschädlichen Kohlensäure verdünnt.

Für die Bewältigung der gewaltigen Mengen stark verdünnter Endgase ist aber die Kalkentsäuerung viel zu kostspielig, ja selbst an Kalksteinentsäuerung ist in dem gewaltigen Umfange der Abgase eines großen Hüttenwerkes nicht zu denken, selbst wenn eine möglichst vollkommene Verarbeitung der schwefligen Säure auf Schwefelsäure vorausgegangen ist. Für die Gasmassen des Halsbrücker Zentralschornsteins haben die Techniker der Hüttenwerke berechnet, daß zur Reduktion des damaligen Säuregehaltes von

*) So ehemals bei der Kontaktfabrik der Muldenhütten bei Freiberg.

0,29 Volumprozent auf diejenige des gewöhnlichen Steinkohlenrauches 0,05 Volumprozent stöchiometrisch etwa 6246 *kg* 95-prozentigen Kalksteins täglich = 228 Doppelwaggons zu 10 000 *kg* jährlich verbraucht werden müßten, praktisch aber wohl noch wenigstens ein Drittel mehr, denn die Absorption ist keine vollkommene. Für solche Verhältnisse wird also schon der wohlfeilste aller basischen Entsäuerungsstoffe unzugänglich.

Unter ganz anderen ökonomischen Bedingungen arbeitet natürlich der relativ beste technische Kalkentsäuerungsapparat, der (Mitscherlichsche) Sulfitlaugenturm der Sulfitzellulosefabriken, weil dessen Zweck in der Gewinnung von „Sulfitlauge" (Kalziumbisulfit mit überwiegender freier schwefliger Säure in wässeriger Lösung) erfüllt ist. Die Gasentsäuerung kommt dabei erst in zweiter Linie und sie muß stets unvollkommen bleiben, weil die Sulfitlauge größtenteils freie schweflige Säure enthalten muß und der Gehalt an saurem Kalziumsulfit möglichst niedrig sein soll.*) Entscheidend ist also schließlich nicht die Kalkwirkung, sondern die Löslichkeit der schwefligen Säure im Wasser. Und diese entspricht insofern in gewissem Grade der einfachen Gasabsorption, als sie von der Temperatur sehr abhängig ist. Bei 2° C ist diese Absorption etwa doppelt so groß als bei 20° C!

Der Sulfitlaugenturm arbeitet also keineswegs wie eine ideale Kalksteinentsäuerung, obwohl er an und für sich dies zu leisten imstande wäre und die Aufgabe hat, die schweflige Säure möglichst vollkommen zu verwerten. Hingegen dürfte der Kalkringofen, gerade ohne eigentlich diese Bestimmung zu haben, als eine recht vollkommene Kalkentsäuerungsanlage für die Feuerungsgase dieser Ringöfen anzusehen sein. Hier durchziehen die schwefelhaltigen Feuerungsgase mehrere Kanalkammern mit zu-

*) Vergleiche Schubert-Knösel: „Die Zellulosefabrikation", Berlin 1906, M. Krayn, S. 99.

nächst heißen Schichten von gebranntem Kalk, schließlich kalten Schichten von Kalkstein.

Von größter Bedeutung ist die Kalksteinentsäuerung bei den Werken, welche zeitweise stark saure Abgase mit sehr wechselndem Gehalt entlassen, wie bei Ultramarinfabriken und Sulfatglasfabriken, nicht aber für die Entsäuerung fluorhaltiger Abgase, da ein Überzug mit gelatinösem Fluorkalzium wahrscheinlich rasch die Kalksteinbruchstücke unwirksam machen würde.

Die allgemeinen Voraussetzungen für die Entsäuerung mit Kalk scheinen mir also nur dann vorzuliegen,

> wenn die Exhalationen wechselnd und zeitweise stark mit Säure beladen sind (Ultramarinwerke, Glasfabriken usw.);
>
> wenn die Abgase einerseits zu arm an schwefliger Säure für die Schwefelsäurebereitung, anderseits aber doch noch ungewöhnlich gefährlich für die Vegetation sind; also etwa bei 0,5 bis 3 Volumprozent SO_2, selbstverständlich auch
>
> wenn die Produktion der entstehenden Kalkverbindungen den eigentlichen Zweck und die Hauptnutzung der Entsäuerungsanlage bilden (Sulfitlaugentürme, Kalkringöfen).

Dagegen ist auch von dieser wohlfeilsten chemischen Entsäuerung abzusehen, wenn sehr stark verdünnte (aber immerhin noch pflanzenschädliche) Abgase unschädlich zu machen sind. Da gibt es nur eine letzte, unten zu besprechende Maßnahme.

Eine Reihe anderer Metallbasen haben nur gelegentlich und nur lokale Bedeutung als Entsäuerungsmittel, und auch nur dann, wenn die Gewinnung der entsprechenden Metallsulfide und -sulfate wenigstens eine Nebennutzung ermöglichen.

So erwähnt Hering die Prechtschen Patente, die sich auf die Anwendung von Magnesia und Tonerde als regenerierbare Absorbentien mit Gewinnung der zurückgehaltenen schwefligen Säure gründen.

b) Auch die Absorption der sauren Gase (SO_2 mit H_2SO_4 und SO_3) durch konzentrierte Schwefelsäure hat man

nach Patenten von Freytag (D. R. P. Nr. 9969, 14 928, 15 547) und Hasenclever (D. R. P. Nr. 17 371) versucht. Über den Erfolg ist mir nichts bekannt. Auch die Heringsche Schrift schweigt darüber.

Indes sind ja Erfahrungen hierzu bei der Schwefelsäurefabrikation ausreichend am Gay-Lussac-Turm, dem Prototyp dieser Art von Entsäuerungsvorrichtungen, auch für Schwefelsäure gemacht worden.

4. Das Waschen der sauren Abgase mit Wasser wird in mancherlei Gestalt bis zu einem gewissen Grade erfolgreich angewendet. Doch ist das Haupterfordernis — sehr reichlicher Wasserzufluß — nicht oft in genügendem Maße und wohlfeil genug erfüllt. Gerade in Gebirgstälern wird aber manchmal Wasser genug zu haben sein.

Im Verhalten der Rauchsäuren dem Wasser gegenüber unterscheiden sich die starken Mineralsäuren ganz bedeutend von der schwefligen Säure. Die Schwefelsäure H_2SO_4 wird auch in technischen Massen leicht vom Wasser zurückgehalten, eigentümlicherweise aber das Schwefelsäureanhydrid SO_3 nicht. Selbst durch starke Natronlauge geht SO_3 zum Teil unabsorbiert hindurch. Fluorwasserstoff und Fluorsilicium werden von kühlem Wasser gleichfalls nicht völlig, wenn auch größtenteils absorbiert. Die Salzsäure bedarf bekanntlich schon größerer Absorptionsanlagen, längerer Reihen von Bombonnes, Tourils, Cellariusschen Kondensationsapparaten usw. und trotzdem noch besonderer Waschung der Restdämpfe durch Sodawaschtürme, Nebenkondensationsapparate.

Ganz unvollkommen ist die Absorption der schwefligen Säure im Wasser. Außer der Abhängigkeit der Absorption von der Temperatur sind die begleitenden verdünnenden Gase hemmend, die meist in gewaltigem Übergewicht zugegen sind und nach ihren Partialdrucken vorwiegend vom Wasser aufgenommen werden. Bei der Kohlensäure wird diese reine Gasabsorption noch durch chemische Absorption im Wasser ähnlich unterstützt wie bei der schwefligen Säure. Es wird so nur die Gesamtmenge der Gase,

nicht aber die ausschlaggebende Säurekonzentration wesentlich verändert.

Für die Gasmassen der Halsbrücker Esse hat man berechnet, daß zur Herabminderung des Säuregehaltes auf 0,05 Volumprozent täglich 15 000 *cbm* Wasser erforderlich wären!

Für stark durch Verbrennungsgase verdünnte schweflige Säure ist also das Waschen mit Wasser allein aussichtslos. Am ersten würde hier noch das kombinierte Waschen in Kalktürmen oder -kammern mit Wasserberieselung zum Ziele führen.

Es sind 3 Typen von Wasserwaschanlagen in Gebrauch:

a) Waschtürme in verschiedenen Gestalten und mit verschiedenen indifferenten oder auch chemisch wirksamen Füllkörpern, bei modernen Einrichtungen auch besonders gestalteten Böden oder Platten (Lungescher Plattenturm usw.). Über diese Füllkörper, Oberflächenkörper oder Platten rieseln relativ nur geringe Mengen von Wasser. Im Wasserverbrauch arbeiten sie also verhältnismäßig sparsam und sind deshalb in den meisten Fällen ausführbar.

Mit solchen Waschtürmen werden zweckmäßig alle Fabriken ausgestattet, die sonst hygrophile stark saure Mineralsäurenebel entlassen würden, vorausgesetzt, daß nicht sich ausscheidende Feststoffe den Durchgang allmählich hemmen. In dieser Weise macht die Entsäuerung siliciumfluoridhaltiger Abgase der Superphosphat- und Trübglasfabriken Schwierigkeiten, weil hier große Massen von Kieselsäure abgeschieden werden. Für solche Werke sind vorzuziehen die

b) Waschkammern verschiedener Konstruktion mit und ohne Füll- oder Oberflächenkörper.

Einfachste Konstruktionen verwenden größere Kammerräume, welche mit Birkenreisig oder mit Ziegelgitterwerk angefüllt werden und gelegentlich kanalförmig verlängert sind.

Wirksamer ist natürlich die Füllung solcher Kammern mit Kalksteinbruchstücken, die aber in einfachen großen Kammern meist

nicht mit Wasser berieselt, sondern durch die Abkühlung der feuchten Ofengase selbsttätig angefeuchtet werden.

Andere Konstruktionen verwenden Wasserverteiler anderer Art.

So wird von dem Zwickauer C. F. Burger in einer im Selbstverlag herausgegebenen kleinen Broschüre eine einfache Vorrichtung zum Einsprengen von Wasser in den Fuchs der Schornsteine anempfohlen, doch gibt es wohl Besseres.

Im letzten Jahrzehnt sind solche Versuche in vielen Fällen mit der Winklerschen Regenkammer*) in der Praxis angestellt worden, meiner Erfahrung nach aber nicht mit dem erhofften Erfolge. Auf dem Dache einer solchen Kammer wird ein Wasserbassin stets gefüllt gehalten, durch dessen Boden zahlreiche Bleiröhrchen einen dauernden Wasserregen in die Kammer senden. Die sauren Waschwässer werden durch ein nach einer Kalkgrube kommunizierendes Abflußrohr abgeleitet.

Der Wasserverbrauch für den Regen ist verhältnismäßig groß; die Wirksamkeit nicht entsprechend, wo geringhaltige saure Gase entsäuert werden sollen. Ich habe in einem Falle, wo fluorhaltige Abgase auf Anordnung der Behörde so gereinigt werden sollten, eine Zunahme des Säuregehaltes gefunden, die sich durch eine Verminderung der Gesamtgasmenge und Wiederfreiwerden der absorbierten Fluorsäuren aufklärte. Das Prinzip der Wirkung dieser Waschkammer, die Cl. Winkler zunächst für Ziegelringöfen und für sehr feuchte Gase im allgemeinen konstruiert hat, war so gedacht, daß nicht bloße Waschwirkung durch flüssiges Wasser, sondern vor allem eine Kondensation der Rauchsäuren mit dem Wasserdampf der heißen, durch den Wasserregen plötzlich abgekühlten Ofengase erzielt würde. Und dieser Grundgedanke Winklers dürfte für moderne Entsäuerungsanlagen sehr wohl gestaltungsfähig sein!

Die beste Ausführungsform der Kaltwasserverteiler, die sich allgemein einzubürgern scheint, ist zweifellos ein System von

*) Verhandlungen des Vereins zur Förderung des Gewerbfleißes, Sitzung vom 9. Februar 1899, S. 45, und „Zeitschrift für angewandte Chemie“, 1896, S. 371.

Lechlerschen oder Körtingschen Streudüsen.*) Dieses höchst einfache Instrument verstäubt das Wasser bis zur Nebelform und füllt den Raum der Waschkammern vollständig mit Wasserbläschen an.

Alle solche Wasserwaschkammern erfordern, worauf schon Cl. Winkler hinweist, wegen der Abkühlung der Gase künstlichen Zug. Ventilatoren, Propeller und Exhaustoren arbeiten in den neuesten Konstruktionen sehr billig. Bei kleineren Anlagen sind hierzu wiederum die Körtingschen Dampfstrahl-Exhaustoren besonders bewährt. Eine zweckmäßige Konstruktion einer Entsäuerungskammer mit Streudüsen für Superphosphatfabriken und ähnliche Werke ist in Schuchts Werk: „Die Fabrikation des Superphosphats" **) beschrieben und abgebildet.

Die Winklersche Anregung führt schließlich zum wirksamsten Typus der Wasserwaschvorrichtungen, der

c) Kondensation mit Wasserdampf und rascher Abkühlung.

Im kleinen Maßstabe ist dieses Verfahren schon mannigfach gebräuchlich. Der gesamte Überschuß an Dampf von den Kesseln, Maschinen, Apparaten oder Rohrleitungen (der „Abdampf") wird in die ersten Kammern oder Räume der Entsäuerungskanäle oder -Türme eingeführt und durch die Wasserberieselung verdichtet. Der Körtingsche Dampfstrahl-Exhaustor, der gleichzeitig die Fortbewegung und Verdünnung der Gase besorgt, wirkt gleichfalls nach dem genannten Winklerschen Waschprinzip.

Diese Verwendung von Wasserdampf zur Kondensation kann jedoch nur in Verbindung mit einer wirksamen Kühlvorrichtung Erfolg haben. Die Streudüse vermag dies wohl am besten zu leisten, sofern nur Wasser hierzu in Frage kommt, nicht aber basische Materialien.

Als Gesamtergebnis der Erfahrungen mit

*) Neuerdings bringt die Firma Gebr. Körting, A.-G. in Körtingsdorf bei Hannover, säurefeste Streudüsen mit Glaskörper als „Kammerdüsen für die chemische Industrie" — leider sehr teuer — in den Handel.

**) Verlag von Fr. Vieweg & Sohn, Braunschweig 1903, (2. Aufl.), S. 116.

diesen besonderen Entsäuerungsverfahren habe ich nun aber festzustellen, daß die Beseitigung aus den Abgasen nicht immer und überhaupt nur in begrenztem Maße gelingt. Der Erfolg ist unzweifelhaft, wo ausgesprochene hygrophile Säuren zu entfernen sind oder schweflige Säure in besonders großer Menge (einige Volumprozente) in die Abgase gerät. Ebenso unzweifelhaft sind diese Entsäuerungsanlagen wirkungslos, wo etwa der Säuregehalt besonders schweflige Säure) nur nach Bruchteilen eines Volumprozents zählt.

Die Beispiele der oben unter II., 4. b) gegebenen Tabelle entsprechen etwa dem Endresultat der bisherigen Anstrengungen. Daraus folgt, daß es nirgends und bei weitem nicht gelungen ist, die Entsäuerung so weit durchzuführen, bis der natürlichen Verwehung der Restgase in der Atmosphäre die Vollendung der Entgiftung überlassen bleiben kann, denn alle fordern sie eine wenigstens hundertfache bis mehr tausendfache Verdünnung vor Berührung der Pflanzen! Und nie wird es in technischen Verhältnissen gelingen, die gefährlichen letzten Zehntelprozente durch mechanische und chemische Waschvorrichtungen zurückzuhalten.

Die Aufgabe der technischen Entsäuerungsanlagen kann also nur darin bestehen, abnorm hohe Säuregehalte auf niedrige Konzentration, möglichst mit Nutzung der Säuren, herabzusetzen. Diese Vorkehrungen bleiben also auf die Betriebsarten, die am Schlusse des II. Kapitels in die 2. und 3. Gruppe gestellt wurden, beschränkt.

Die Restgase dieser 2. und 3. Gruppe, vor allem aber auch die viel weiter verbreiteten Abgase der 1. Gruppe, d. h. die Kohlenfeuerungsgase, sind mit Entsäuerungsmethoden von vornherein nicht zu bewältigen.

Die weitere Aufgabe der vollen Unschädlichmachung der Rest-

gase von Fabriksentsäuerungen und der genannten größeren (industriellen) Kohlenfeuerungsanlagen muß einem grundsätzlich anderen Verfahren überlassen bleiben und das ist die

δ) Verdünnung der Restgase mit Luft oder anderen indifferenten oder unschädlichen Gasen.

Diese Verdünnung kann, wie im II. Kapitel dargelegt ist, nur dann dem Winde allein überlassen werden, wenn die Stätte der Abgasproduktion möglichst frei in der Ebene oder auf der Höhe liegt. Im Tale ist kein Verlaß auf diese natürliche Hilfe durch Verwehung und bei den unter II., 3. b) und c) besprochenen ungünstigen Situationskoeffizienten ist die natürliche Verwehung bestimmt unzureichend. Da müssen besondere Verdünnungsmethoden Platz greifen. Zu den bisherigen Versuchen hierzu muß ich aber der Überzeugung Ausdruck geben, daß man oft in den letzten Jahrzehnten auf einen falschen Weg geraten ist. Man glaubt meist, die Verdünnung der Luft genügend erreichen zu können durch

1. Einführung der Gase in höhere Luftschichten mittels hoher Schornsteine.

Diesem Auswege begegnet man stets in der gutachtlichen Bearbeitung sowohl im Genehmigungsverfahren für Neuanlagen, als auch im Klageverfahren gegen vorhandene Rauchquellen. Auch die genannte Heringsche Monographie kennt nur diesen Weg zur „Verdünnung des Hüttenrauchs mit großen Luftmengen“.*)

Da aber hohe Schornsteine sehr kostspielig sind und die Baukosten mit zunehmender Höhe stark progressiv steigen, so hat diese Maßnahme eine Zentralisation der Schornsteine auf eine oder wenige hohe Hauptessen zur Folge. Auch in dieser bisher meist anerkannten Schutzmaßnahme haben wiederum die Freiberger Hüttenwerke mit dem Bau des höchsten Schornsteins der Welt bei der Halsbrücker Hütte die maximale Leistung hinter sich.

Diese über 144 *m* hohe Riesenesse hat beim Bau schon über 300 000 *M* verschlungen, und zur Prüfung ihres Zustandes in

---

*) Hering, a. a. O. S. 40.

den oberen Teilen oder gar zur Reparatur wird sie jetzt nur von Leuten mit besonderem Wagemut erstiegen. Wie sie frei auf einer Anhöhe steht und meilenweit die Umgebung beherrscht, so trägt sie die aus den ganzen Anlagen gesammelten giftigen Gase in meilenweite Ferne. Sie übergibt diese Gase den unbehindert gleichmäßig ziehenden höheren Luftströmungen, die relativ wenig verdünnende Kraft besitzen, gerade weil sie wesentlich unbehinderte Parallelströmungen sind, ohne Wirbelungen und ohne ausgesprochene Mischungstendenz. Die Folgen davon haben sich selbst in dem 10 *km* von dem Riesenschornstein entfernten Tharandter Fichtenwalde solange deutlich gezeigt, bis man seit wenigen Jahren den Säuregehalt der Abgase durch die oben erwähnten Betriebsänderungen auf die Hälfte bis ein Drittel herabgesetzt hatte.

Der Schutz für die nächste Nachbarschaft hoher Schornsteine hebt die in die Breite getragene Schadenwirkung nicht auf und er ist überdies nicht zuverlässig.

Über 30 *m* hohe Schornsteine sind schon bedeutende Bauwerke, und über 45 bis 50 *m* Höhe geht der Bau wegen der Investierung bedeutender Anlagekapitalien nur selten hinaus. Der Aufwand für die über 100 *m* hohen Zentralschornsteine größerer Fabriken und Hüttenwerke könnte besseren Einrichtungen zugute kommen, gerade in Tälern.

Was bedeutet aber eine Höhe von 45 bis 100 *m*, wenn die schweren, sauren Gase durch Wind, Niederschläge oder Abkühlung rasch um die geringen Strecken zu den Pflanzen herabgezogen werden? Diese Riesenbauwerke der Menschen nehmen sich schon von einiger Entfernung lächerlich unbedeutend aus!

Nur in vollkommen freier oder ebener Lage mag der hohe Schornstein der Luft die Verunreinigungen übergeben. Dort wird der Luftozean große Massen von Abgasen zumeist bewältigen können.

Nicht aber Zentralisation, sondern gerade möglichst weit getriebene Dezentralisation der Rauchmassen, möglichst feine Infiltration der Abgase in die Atmosphäre, möglichste Verstreuung in den Wind ist anzustreben! Damit entfällt aber

ein weiterer Hauptanlaß, Riesenschlote zu bauen, wie dies noch die mehrfach zitierte Hering sche Schrift als einziges Verfahren zur Verdünnung mit Luft empfiehlt (a. a. O. Seite 40).

Der bekannte Techniker Robert Hasenclever weist schon im Jahre 1879 in seinem Vortrage*) „über die Beschädigung der Vegetation durch saure Gase" darauf hin, daß sich „hohe Schornsteine entschieden nicht bewährt" haben.

Weit wirksamer als hohe Schornsteine ist also

2. Die Verteilung der Abgasströme auf möglichst viele kleinere Schornsteine.

Das braucht nicht erst bewiesen zu werden. Die praktische Erfahrung bei großen Ortschaften steht auch völlig im Einklang damit. Die Stadt Dresden produziert nach einer Jahres-Kohleneinfuhr zu Wasser und zu Lande etwa dreizehnmal so viel schweflige Säure wie die Halsbrücker Zentralesse, ohne daß die nach den nordöstlich gelegenen Kiefernbeständen geführte Stadtluft entsprechend große Schäden anrichtet. Die städtische Großindustrie ist dort allerdings nirgends so dicht gehäuft wie in anderen Industriestädten (Chemnitz, Zwickau, Manchester, Liverpool). In den Ortschaften sind aber zudem weitere natürliche Schutzmomente vorhanden, so daß dort besonders künstliche Vorkehrungen nur von großindustriellen Werken zum Schutze der Wälder zu fordern wären. Die Hausfeuerungen sind zwar hauptsächlich am Tage, aber im Sommer doch nur zu sehr geringem Anteile in Betrieb. Die durch Häuser, Straßen, Plätze, Gärten vielfach zerklüftete Oberfläche verursacht überall Windwirbel, und zumeist bringen die erwärmten Steinmassen einen aufsteigenden Luftstrom hervor.

Die Schadenverhütung bei ungünstig gelegenen industriellen Kohlenfeuerungen erfordert hingegen also

3. Besondere Vorrichtungen für künstliche Verdünnung oder Verstreuung.

Nach den oben zitierten Studien J. Isaachsens über die

*) „Die Chemische Industrie", 1879; auch als Sonderabdruck bei Julius Springer, Berlin, 1879, erschienen (s. a. S. 9).

Dauer der Gasmischung bis zum geforderten Verdünnungsgrade *) (d. i. dem Verhältnis von Luftmasse m_l zur Abgasmasse m_a oder $\frac{m_l}{m^a}$), ist ohne Berücksichtigung der Luftbewegung die Mischungszeit

$$t = \frac{r \left\{\frac{m_l}{m_a}\right\}^2}{w_0 \, \alpha}$$

1. proportional dem Mündungsdurchmesser 2r;
2. „ „ Quadrat der geforderten Verdünnung $\frac{m_l}{m_a}$
3. umgekehrt proportional der Austrittsgeschwindigkeit w_0;
4. „ „ dem Divergenzwinkel des Rauchstrahls α

wenn die unwesentlichen Koeffizienten Auftrieb und Diffusion vernachlässigt werden. Bei ruhigem Wetter sieht man oft tagelang die grauen, schweren Rauchnebelmassen über einem Industrieorte lagern, darüber scharf abgegrenzt das klare Firmament). Ruhige Luftströmung setzt nur anfangs die Konzentration etwas herab, Wirbelungen aber in unberechenbarer Weise stark. Bei mittleren Windgeschwindigkeiten von wenigen Metern in der Sekunde würde ein 100 *m* entfernter Pflanzenbestand nach wenigen Minuten erreicht sein. Wenn dann nicht Windwirbel die Gase zerzausen, so würde bei einem Schornstein von 1 *m* Durchmesser und bei geringem Divergenzwinkel des Rauchstrahls die Forderung der hunderfachen Verdünnung gewöhnlicher Kohlenfeuerungsgase erst auf einem Wege von rund 1½ bis 2 *km* erfüllt sein, und wenn die Faktoren in der Natur um 100 % günstiger liegen, immer erst nach nahezu 1 *km*. Diese Annäherungsrechnung steht nicht im Widerspruch mit der praktischen Erfahrung.

Es ergibt sich aber weiter, daß die Verdünnung am Ursprung durch künstliche Luftzufuhr ungemein große Vorteile bringt, denn bei Verdoppelung der Gasmasse, d. h. Verdünnung der Abgase nur mit der gleichen Luftmenge — würde die Zeit und demzufolge auch der Weg bis zum unschädlichen Zustande nur ¼ betragen, bei Zufuhr der doppelten Luftmenge nur $^1/_9$ u. s. f.

*) „Verhandl. d. Ver. z. Bef. d. Gewerbfl.", 1902, S. 182—184, Formel 5 a, u. S. 218—221, ferner S. 225.

Wird aber durch die künstliche Luftzuführung auch noch die Austrittsgeschwindigkeit der Gase erhöht, so ergibt sich ein ungemein günstiger Effekt, den man immer noch weiter durch Vorrichtungen, die die Wirbelungstendenz schon in den Gasmassen selbst möglichst erhöhen, steigern kann. Es wäre zwecklos, hier exaktere Berechnungen durchführen zu wollen. Das Hauptresultat wird jederzeit im wesentlichen bestehen bleiben:

Die Entgiftung der letzten Restgase von Fabrikgasentsäuerungen und von Kohlefeuerungen kann mit Gebläseluftzufuhr zweifellos sicher erreicht werden.

Dann wird es dem fast unbeschränkten technischen Erfindungsgeiste auch gelingen, praktische Einrichtungen

zur Verdünnung der Essengase durch Gebläseluft innerhalb der Esse, verbunden mit Erhöhung der Austrittsgeschwindigkeit;

zur Erzeugung von kräftigen Wirbelungen inerhalb der Esse;

zur raschen Auflösung des Gasstrahls (Erzeugung rotierender und konischer Ausströmung 2c., vgl. Isaachsen, a. a. O. S. 172 bis 174) zu konstruieren.

Dieses Verfahren kann dann wieder vorteilhaft mit Zentralisation der Schornsteine nach der Verdünnungsstation hin verbunden werden.

Daß es gelingen muß, geeignete Verstreuungs- oder Verdünnungsvorrichtungen auszusinnen, scheint mir nicht zweifelhaft zu sein. Wenn man einmal weiß, was zu machen ist, so wird auch das wie seine Lösung finden.

Der Hauptzweck verlangt unbedingt eine Vervollkommnung des Schornsteins in dem Sinne, daß dieses allgemein gebräuchliche, technische Instrument (ohne Höherbauen) allmählich zu einem zweckmäßigen hygienischen Instrumente umgestaltet werde!

Selbst die bisherige Hauptleistung, die Beschaffung von Zugluft für die Feuerungen, erfüllt der Schornstein heute vielleicht weniger gut, als der sogenannte „künstliche Luftzug" durch Ventilatoren, Propeller, Exhaustoren und Druckluftapparate. Das beweist die Literatur über diese Apparate, die in den neuesten

Konstruktionen (selbst aus säurefestem Material [Steinzeug]) einen äußerst geringen Kraftverbrauch*) aufweisen und in Vereinigung mit der Dampfturbine kaum mehr etwas an Leistungsfähigkeit zu wünschen übrig lassen. Der Schornstein kann dann aber auch ganz in Wegfall kommen und durch Horizontalkanäle aus Holz oder anderem Material ersetzt werden.

In Amerika hat man schon Fabriken vollständig ohne Schornstein, nur mit Ventilatorbetrieb errichtet (Sturtevant), allerdings ohne Rücksicht auf Rauchschäden; ein Beweis dafür, daß der Schornstein als Zuglieferer seine Bedeutung und Wertschätzung schon in gewissem Grade verloren hat.

Isaachsen (a. a. O. S. 226) ist noch nicht geneigt, den hohen Schornstein aufzugeben. Darin kann ich ihm nach dem oben und unter III B Gesagten, besonders für die Tallage nicht beipflichten. Wir stimmen dagegen überein in der Anschauung, daß der Schornstein mit besonderen Verdünnungsvorrichtungen vervollkommnet werden muß und er vor allem (a. a. O. S. 216 ff.) sowie ich haben uns bemüht,**) typische Grundformen von Gebläseessen und anderen Verdünnungsvorrichtungen zu finden. Auch andere Konstruktionen von Ventilatoressen — ohne hygienischen Zweck — sind angegeben worden.*)

Die verständlicherweise mißglückten Versuche, die man mit dem direkten Einblasen von Luft in den Schornstein angestellt hat, können keinen Einwand bilden. Ungeschickt eingeführte Luft hemmt den für gewöhnliche Schornsteine unentbehrlichen Auftrieb der heißen Essengase schon durch Abkühlung der Gasmassen beträchtlich. Die Gebläseluft muß schräg nach oben und tangential zur Schornsteinachse eingeführt werden, damit die kräftige Bewegung der abgekühlten Gasmassen wie im Exhaustor die Feuerungsgase absaugt, aber gleichzeitig in Rotation und möglichst

*) Vergl. u. a. R. Schenkel, „Ersatz des Schornsteins durch mechanische Zugmittel", Zeitschr. d. Vereins Deutscher Ingenieure, 43, (1899) II., 1253; ferner Schulze-Pillot, „Versuche an Steinzeugexhaustoren der Deutschen Ton- und Steinzeugwerke der Aktiengesellschaft Charlottenburg", Zeitschrift für angewandte Chemie, 20 (1907), S. 51.

**) „Zeitschrift für angewandte Chemie", 14 (1901), S. 711 u. 712 u. D. R.-Patentschrift Nr. 124 990.

starke Wirbelung (ohne Wärmeverluste) versetzt. Der Überschuß der (regulierbaren) Saugwirkung wird zur Ansaugung von weiterer Verdünnungsluft (Nebenluft, Ventilation) benutzt. An der Essenmündung sind, soweit irgend tunlich, noch Verstreuungsvorrichtungen anzubringen. Bei niederen Schornsteinen ist dies unbedenklich. Die endgültige Lösung dieses Problems wird den Ingenieuren nicht allzu schwer fallen. Solche (einfachste) technische Hilfsmittel sind bisher noch nicht bekannt geworden.

Auch andere spezifische Abgasapparate, wie die Gay-Lussactürme, der Sulfitlaugenturm, die Waschtürme und Waschkammern müssen an ihrer Mündung mit Luftverdünnung oder Verstreuung versehen werden, etwa mittels einfacher Holzlutten, die über der Mündung angebracht und durch Ventilatoren mit möglichst viel Luft beschickt werden. Je nach der geforderten Verdünnungsleistung können solche „Verdünner" einfach konstruiert oder mit besonderen Mischeinrichtungen, Verteilungsöffnungen und Windzutrittsöffnungen versehen sein.

Der Ventilatorbetrieb bürgert sich überall immer mehr ein. Manche Betriebsarten mit Entsäuerungsanlagen arbeiten ja schon heute ausschließlich mit Ventilatoren, wie Säurefabriken, Superphosphatfabriken; auch große Ringofenziegeleien mit ausschließlichem Ventilatorbetrieb sind mir bekannt.

Die deutschen gewerbepolizeilichen Genehmigungsvorschriften fordern meist außer den Betriebsventilatoren für die unvermeidlichen Betriebsstörungen noch Reserveventilatoren. Diese können gut den Dienst für den Verdünnungsapparat übernehmen, so daß sie gleichzeitig vor der in der Untätigkeit drohenden Vernachlässigung bewahrt bleiben und nur im Notfalle für den Hauptventilator einzutreten haben.

Auch für industrielle Kessel- und Ofenfeuerungsanlagen würde der volle Ersatz des Schornsteins durch Propeller und Exhaustoren

---

*) Prats Ventilatorschornstein erfordert nur 1/8 der Höhe eines gewöhnlichen Schornsteins. Desgl. in Deutschland besonders Schwabach's Patent D. R. P. 127 523 Kl. 24 d. Inhaberin: Gesellschaft für künstlichen Zug („Saug-Zug"), Berlin W. 15, Kurfürstendamm 66.

Vergl. Donath, „Zug und Kontrolle der Dampfkesselfeuerungen", Deutike, Leipzig und Wien 1902.

nur Vorteile bringen, denn die moderne Forderung „rauchfreier", d. h. rußfreier Feuerung, kann nur mit gut regulierbarem Luftzug sicher arbeiten. Überdies kann dann die Wärme, die mit den 200 bis 500 ° heißen Abgasen im Schornstein vergeudet wird und deren mechanisches Äquivalent 75 mal höher als beim Ventilator von gleicher Leistung ist,*) wichtige andere Aufgaben übernehmen.

Viele moderne gewerbliche Betriebe brauchen besonders große Trockenanlagen und Trockenkammern, z. B. Ziegeleien und die keramische Industrie überhaupt, Mineralfarbwerke, Lederfabriken u. s. f. Bei der modernen Holzdestillation ist die Nutzung der Abgaswärme zum Vortrocknen der Hölzer geradezu Lebensfrage geworden.**) Die wirtschaftliche Weiterentwicklung der Technik fordert das aber allgemein. Dieser Forderung entsprechend, hat man schon besondere Vorrichtungen am Fuchs des Schornsteins angebracht. Der neuerdings bekannt gewordene „Ekonomiser" nutzt einen Teil der Wärme der abziehenden Gase zur Vorwärmung des Kesselspeisewassers. Mir ist eine große Papierfabrik bekannt, die den Ekonomiser mit Vorteil benutzt, aber die abziehenden Feuerungsgase hinter diesem Apparate wieder mit heißen, direkten Feuerungsgasen mischen muß, um den nötigen Schornsteinzug zu erhalten!

Besonders erwähnenswert ist das Beispiel einer sächsischen Ultramarinfabrik (Schindlers Blaufarbwerke bei Bockau im Erzgebirge), die noch vor wenigen Jahren ihrer Waldumgebung ungemein gefährlich war, heute aber vollen Erfolg mit der Kombination von Entsäuerung mit Luftverdünnung erzielt hat.***)

Die Abgase werden zunächst durch große, mit Kalkstein gefüllte Kammern mittels eines Ventilators hindurchgetrieben und so der ursprünglich sehr hohe Säuregehalt beträchtlich herabgesetzt, aber nicht ganz entfernt. Statt die Restgase durch den Schorn-

---

*) Vergl. „Zeitschr. f. angew. Chemie", 1901, S. 711.

**) Vergl. Bühler, „Zeitschr. f. angew. Chemie", 1901, S. 613.

***) „Bericht über die 48. Versammlung des Sächsischen Forstvereins zu Wehlen", 1904, S. 33.

stein in die Luft abzuführen, werden sie durch einen langen mit Birkenreisig gefüllten Holzkanal noch zu einer weiteren Waschvorrichtung, wo sie große, über Mühlräder stürzende Wassermassen passieren, geführt und schließlich durch die zahlreichen Ritzen einer aus losen Bretterbohlen gebildeten geräumigen Kammer an die Luft entlassen. Es entweicht nur ein feiner Nebel mit wenig Schwefelsäure bez. SO_3, der an Schädlichkeit nicht mit den ursprünglichen Schwefelsäuregasen vergleichbar ist.

Man hat also nicht nur allen Grund, sondern auch beim heutigen Stande der Technik die Möglichkeit, den Schornstein durch künstliche Zugvorrichtungen zu ersetzen oder zu vervollkommnen. Und wo wertvolle Vegetation in ungedeckter Position des Schutzes gegen die immer zahlreicher aufmarschierenden Schlotgeschütze der Industrie bedarf, da ist es unerläßlich, daß das bisherige Verhältnis der Hauptbestimmung des Schornsteins (Zugluftbeschaffung) und des sanitären Nebenzweckes (Beseitigung und Unschädlichmachung der Abgase) sich umkehre.

Die schädlichen Gase dürfen nicht nachlässig den „höheren Luftschichten" übergeben werden. An Stelle der passiven Luftbewegung im Schornsteine muß eine aktive Tätigkeit der vollkommeneren Gebläse-, Verstreuungs- oder Exhaustoresse treten, deren Hauptleistung die Beseitigung der Abfallgase in wohlanständiger Form, die Entgiftung oder die zureichende Vorbereitung der Entgiftung innerhalb der Esse ist. *Zweckmäßige Verdünnung der Abgase mit Luft — wo nötig, nach vorausgegangener Waschung (Entsäuerung) — ist das einzige künstliche, d. h. der menschlichen Willkür unterstehende Mittel*, das die Rauchschäden und somit zahllose Streitfälle zwischen den beiden wichtigsten produktiven Wirtschaftszweigen, der Industrie und der Bodenkultur, aus der Welt zu schaffen verspricht!

IV. (Frage 3.) Wieweit sind diese Maßregeln in Gesetz und Verordnung berücksichtigt oder fernerhin beachtenswert?

C. Die Gesetzesmaßnahmen des Staates.

In den allgemeinen Bemerkungen zum vorigen (III.) Kapitel glaubte ich schon darauf hinweisen zu müssen, daß starre

gesetzliche Bestimmungen, die nicht genügend auf technische Notwendigkeiten Rücksicht nehmen, weder der Schlichtung von Rauchschädenstreitigkeiten dienlich, noch dem Gedeihen der Industrie im allgemeinen zuträglich sein können. Erschöpfendes zu dieser Seite der Frage der Rauchschädenverhütung (nicht Rauchverhütung) vorzubringen, ist mir natürlich nicht möglich. Aber die Leitlinien gesetzlicher Abwehrmaßnahmen sind in dieser Materie ganz ausnehmend stark von technischen Grundsätzen abhängig. Und trotz der enormen Bedeutung für die Praxis der Agrikultur, der Technik und der Rechtspflege hat die Schwierigkeit des Gegenstandes die Literatur bisher hauptsächlich auf Kommentare *) zu den Gewerbeordnungen verschiedener Länder, somit aber auch hauptsächlich auf juristische Autoren und auf Einzelentscheidungen der Verwaltungs- und Gerichtsbehörden beschränkt. Die Abgasfrage gibt aber gerade den Technikern aller Produktionszweige, vor allem dem Forstmann und dem Gewerbechemiker, sehr viel Anlaß, sich auch mit der Rechtslage zu befassen. Am ausgiebigsten hat ein Chemiker, der sich zu diesem Zwecke in juristische Studien vertieft hat, diese Fragen bearbeitet. Der Chemiker-Jurist Prof. Dr. K. W. Jurisch in Berlin ist mit Vorträgen, luftrechtlichen Abhandlungen und mit seinem ausführlichen technischen Kommentar zu den einschlägigen Bestimmungen der deutschen Gewerbeordnung **) als Vorkämpfer für die Ausgestaltung eines deutschen Luftrechts, das, im Gegensatze zu den Wassergesetzen der Bundesstaaten als Reichsgesetz gedacht wird, hervorgetreten. Solche Luftgesetze auf möglichst große politische Gebiete auszudehnen, wäre erwünscht, weil die Industrie im Wettbewerbe sich nur dann normal entfalten kann, wenn die rechtlichen Einschränkungen überall nach gleichen Grundsätzen bestimmt sind und nach gleichen technischen Grundsätzen sich weiterentwickeln.

Die allgemeine Rechtslage auf diesem technischen Gebiete der Luftverunreinigung ist etwa folgende:

*) K. v. Rohrscheidt, 1901, Leipzig.

**) K. W. Jurisch, „Das Luftrecht in der Deutschen Gewerbeordnung", Berlin 1905, Karl Heymanns Verlag.

Alle Kulturstaaten sichern dem Grundstückseigentümer für die Fläche seines Grundstücks (nebst dem Erdkörper unter und dem Luftraum über dieser Grundfläche) Schutzrechte gegen Einwirkungen von außen zu, die nur nach dringlichsten Rücksichten des Gemeinwohls durch Bestimmungen des öffentlichen (und des privaten) Rechts eingeschränkt sind. Die Grenze dieses Eigentumsrechts ist nach der üblichen Auslegung des deutschen Rechts da, wo der Eigentümer kein „verständliches, des Schutzes würdiges Interesse" an der Unterlassung solcher Einwirkungen hat.*)

Diese grundsätzlichen Schutzrechte sind im Eigentumsrechte des deutschen Bürgerlichen Gesetzbuches nach einer Bearbeitung dieser luftrechtlichen Grundbestimmungen von Dr. jur. Hörig*) folgende:

1. Das Recht des Selbstschutzes innerhalb des eigenen Grundstücks (Errichtung von Dämmen, Mauern usw.) ist unbeschränkt. (Für die Einwirkung von Luftverunreinigungen würden hier Pflanzenschutzstreifen in Frage kommen.)

2. Das Verbietungsrecht des Eigentümers ist beschränkt auf die eigens hergestellte Zuleitung der Verunreinigungen und auf jede wesentliche Beeinträchtigung seines Grundstücks, die nicht einer ortsüblichen Benützung des störenden Grundstücks entspricht. Die Entscheidung über die schwankenden Begriffe „wesentliche Beeinträchtigung" und „am Orte nicht gewöhnliche Benutzung des störenden Grundstücks" steht nach dem Grundgesetze dem Richter zu (ist aber tatsächlich durch die Reichsgewerbeordnung der politischen Behörde zugeschoben).

3. Die Geltendmachung des Anspruchs auf Beseitigung der Störung (auf Grund der §§ 903 bis 907, 1004 und 862 BGB.) für Kosten des Störers und auf Unterlassung weiterer derartiger Einwirkungen.

Der Klagantrag führt hier selten zu einem bestimmten Urteilssatz, oft aber zu einem bei höherer Gerichtsinstanz an-

*) Dr. jur. Hörig, „Rauch, Ruß, Geräusch und ähnliche Einwirkungen im § 906 des Bürgerlichen Gesetzbuches und die zivilrechtlichen Ansprüche gegen sie." Leipzig 1906, Veit & Co., S. 51 u. 52.

fechtbaren Urteil, weil hier den natürlichen Schwierigkeiten und zu weitgehenden Folgen entsprechend, die Ausführungsweise dem Beklagten vom Gesetz überlassen bleibt und die Beseitigung nicht verfügt werden kann, wenn sich auch bei der Zwangsvollstreckung des Urteils herausstellt, daß geeignete Vorkehrungen unmöglich sind, und wenn der störende Betrieb nicht in ortsungewöhnlicher Weise einwirkt. Das Bestimmungsrecht über die Vorkehrungen hat berechtigterweise nur der Unternehmer und er kann nur zu Bemühungen für Unterlassung der Störung, nicht aber zur unmittelbaren Unterlassung selbst gezwungen werden.*) Die Bemühungen müssen, wenn nicht Betriebseinstellung vom Unternehmer vorgezogen wird, nach einem Reichsgerichtsbeschluß dem derzeitigen Stande der Technik und Wissenschaft entsprechen *) (vgl. Hörig, S. 67). Darüber entscheidet die Beweisaufnahme mit Zuziehung von Sachverständigen. Stellen sich die Vorkehrungen des Unternehmers als ungenügend heraus, so kann die Einstellung der ungewöhnlich störenden Anlage verfügt und durch die gerichtlichen Zwangsmittel (Geld- oder Haftstrafen) erzwungen werden. Die Beweislast für die Behauptungen jeder Partei fällt dieser selbst zu.

Der Beseitigungsanspruch des Klägers ist aber für gewisse Ausnahmsfälle durch die Landeshoheitsrechte und vor allem durch § 26 der Deutschen Reichsgewerbeordnung soweit beschränkt, daß er nahezu illusorisch geworden ist und kaum in Ausnahmsfällen zur Wirkung gelangt.

Dies soll weiter unten besprochen werden.

4. Der Schadenersatzanspruch (auf Grund des § 823 BGB.) des Betroffenen ist bei solchen Anlagen, die nicht der besonderen Genehmigung durch die Gewerbeaufsichtsbehörde unterlegen waren, nur dann zulässig, wenn ein vorsätzliches oder fahrlässiges Verschulden des Störenden vorliegt, d. h. wenn der Störende die Schädigung durch Sorgfalt hätte voraussehen können

*) Hier tritt also in der Rechtspraxis des Reichsgerichts zum ersten Mal die von Jurisch befürwortete „Klausel von den besten praktischen Mitteln" auf.

und Technik und Wissenschaft Mittel und Wege zur Vermeidung ortsungewöhnlicher Störungen kennen. Auch wenn der Täter die Möglichkeit solcher Schäden voraussieht, liegt kein Verschulden, also keine Schadenersatzpflicht vor, wenn die Aufrechterhaltung des Betriebes einem größeren Interesse entspricht, als der Beseitigung der Gefahr der Eigentumsstörung. Beispielsweise hat das Reichsgericht diese Auffassung zugunsten der Eisenbahnen bei Brandschäden durch Funken geltend gemacht (vgl. Hörig, S. 79). Da indes zurzeit nahezu alle gewerblichen Anlagen in der Gewerbeordnung (§ 16) genehmigungspflichtig gemacht sind, so sind neuere Anlagen fast ausnahmslos unbedingt schadenersatzpflichtig nach § 26 der GO., also auch ohne besonderes Verschulden (vgl. weiter unten S. 202), wenigstens, wenn die Haftbarkeit in der Genehmigungsurkunde bedacht ist.

Hier treten also die Verfügungen der politischen Behörden in den Wirkungskreis des technischen Luftrechts ein, die in der Reichsgewerbeordnung gesetzlich geregelt sind.

(Der Anspruch auf Schadenersatz verjährt nach Ablauf von drei Jahren nach § 852 RGBl.).

5. Der Anspruch gegenüber bevorstehenden Einwirkungen (nach § 907 BGB.) setzt zunächst Störungen voraus, die nicht einfach Folge eines Mangels einer projektierten oder bestehenden Anlage sind, sondern bei der ordnungsmäßigen Anlage mit Sicherheit vorauszusehen sind. Die bloße Möglichkeit oder Besorgnis begründet keinen Anspruch. Ist diese Voraussetzung erfüllt, so hat die Klageberücksichtigung die einschneidende Folge, daß bestehende gefährliche Anlagen nicht nur den Betrieb einzustellen haben, sondern völlig beseitigt werden müssen, projektierte Anlagen aber nicht zulässig sind.

Eine Ergänzung erfährt dieses Schutzrecht für den Fall weniger bestimmter Erwartung durch das „Verfahren zur Sicherung des Beweises zu ewigem Gedächtnis", das jederzeit eingeleitet werden kann, um den Zustand des vermutlich gefährdeten Grundstücks vor Inbetriebnahme der projektierten Anlage durch gerichtliche Beweisaufnahme mit Anhörung von Sachverständigen für künftige Vergleichsuntersuchungen festzustellen.

Die störenden Einwirkungen sind im § 906 des BGB. nur zum Teil bestimmt genannt. Aber schon die ausdrücklich genannten gehören, wie schon Hörig (a. a. O. S. 11 und 12) ausführt, zwei grundlegend verschiedenen Formen an: Die stofflichen und die energetischen Einwirkungen. Die Belästigung durch Abgase entspricht der ersteren Form, störende Geräusche der zweiten sehr unzureichend bedachten Form.

Der Rechtsweg ist übrigens, wenn sich der Klaganspruch gegen die Ausübung staatlicher Hoheitsrechte richtet (z. B. gegen störende Anlagen des Militärfiskus), unter allen Umständen nur zur Forderung geeigneter Abhilfsmaßnahmen, nicht aber zur Forderung der Beseitigung einer Anlage zulässig. Und nach einer weiteren Konsequenz der staatlichen Hoheitsrechte ist im Deutschen Reiche der Rechtsweg im § 907 BGB. ferner ausgeschlossen, wo eine ausdrückliche Genehmigung zur Errichtung einer Betriebsanlage von seiten der zuständigen Landes- oder Bezirks-Verwaltungsbehörde erteilt worden ist.

Bei dieser Zusammenstellung der deutschen gesetzlichen Grundbestimmungen bin ich der zitierten Schrift Hörigs gefolgt, in welcher die gesamte Literatur der juristischen Kommentare und Reichsgerichtsentscheidungen klar verarbeitet ist. Es ist jedoch hervorzuheben, daß sich diese Schutzrechte nur auf wenige verstreute Paragraphen des BGB., die §§ 903 bis 907, 1004 und 823 (besonders auf §§ 906 und 907) gründen und daß sie Einschränkungen, Abänderungen und Ergänzungen durch eine Reihe anderer Spezialgesetze (Gewerbeordnung, Baugesetze, Berggesetze, Verkehrsbestimmungen usw.) und Bestimmungen des öffentlichen Rechts erfahren.

Dadurch wird die Rechtslage sowohl für den Grundeigentümer, wie für den Gewerbetreibenden, sowie für die Gerichte und Behörden unklar und es liegt in aller Interesse, daß diese Gesetzessplitter einmal zu einem organischen Luftgesetze zusammengefügt werden. Die größten Schwierigkeiten kommen in den speziellen Ausführungsgesetzen dort

zutage, wo die unmittelbare Anwendung technischer Grundlagen nötig ist, und deshalb wird beispielsweise unsere, in Einzelbestimmungen nicht nur mit den Grundgesetzen in Widerspruch stehende, sondern auch die naturgemäßen technischen Bedürfnisse unbefriedigt lassende Gewerbeordnung als etwas Unvollkommenes, Verbesserungsbedürftiges empfunden.*)

---

*) Von sehr geschätzter und autoritativer juristischer Seite wird mir bestätigt, daß die allgemeine jetzige Rechtslage zutreffend und erschöpfend dargestellt sei, aber andererseits gegen die Kritik eingewendet, die jetzige Rechtspraxis habe sich zu klarer, sicherer Auffassung und Anwendung der Gewerbeordnung durchgerungen und die Rechtsprechung des Reichsgerichts sei „so gut wie zwingendes Gesetz für die Gerichte der unteren Instanzen". Einen „Freibrief, das Eigentum eines Anderen zu stören", gebe das Gesetz nicht. Die Rechtspraxis spreche dem Geschädigten ein Schadenersatzklagerecht aus enteignungsrechtlichem Gesichtspunkte zu. Der Kompromiß gehe dahin, daß der Ausgleich etwa nach dem Satze: „Dulde, aber liquidiere" erfolge. Der einzige Anlaß zu noch jetzt auftretenden Kontroversen sei die Fassung des § 25 d. G.-O. (der bekanntlich den Gegenstand der Fehde Jurisch — v. Landmann bildet). Dem übermächtigen Einfluß des Genehmigungsaktes der Verwaltungsbehörde stehe der oberste Grundsatz für alle Verwaltungsbehörden gegenüber, die Entscheidungen nach pflichtmäßigem Ermessen zu treffen, was den Beamten als pflichtvergessen erscheinen lasse, wenn er in Dingen, die er nicht beherrsche, nicht sachverständigen Rat zuziehe. Für das Zustandekommen eines Reichs-Luftgesetzes sei der § 4 der Reichsverfassung ein kaum überwindbares Hemmnis, weil zwar bürgerliches und Gewerberecht Reichssache sei, aber das ebenfalls betroffene Verwaltungsrecht den Einzelstaaten vorbehalten sei. Ich bedaure lebhaft, diese sehr wertvollen Zuschriften hier nicht eingehend (vom Standpunkt der technischen Anforderungen an diese gewerblichen Gesetzesbestimmungen) besprechen zu können. Allein ich kann mich einstweilen nicht davon überzeugen, daß für die Industrie- und Agrikulturtechnik Deutschlands beiderseits eine günstigere Gesetzesgestaltung unmöglich sei. Denn allgemein gültige Gesetze bieten doch unzweifelhaft mehr Klarheit und Sicherheit, als „das pflichtmäßige Ermessen" der Beamten und als die „Rechtspraxis". Ferner können bürgerliches Grundgesetz und Gewerberecht, die eben schon Reichssache sind, immerhin von Reichs wegen so vervollkommnet werden, daß die Einzelstaaten ihr Verwaltungsrecht (gemäß der Reichsverfassung) anzupassen vermögen.

Die deutsche Rechtspraxis hat durch die Auslegungen und Urteile des Reichsgerichts und der Oberlandesgerichte zwar viele Momente erhalten, die als Einzelbestandteile bei einer Zusammenfassung zu einem Reichs-Luftgesetz von Wert sein könnten und die manche Unklarheiten beseitigt haben, aber die Rechtspraxis ist nicht zwingendes Gesetz für andere Instanzen. Und dementsprechend widerstreiten sich die Urteile verschiedener Instanzen. Noch mehr aber die Verfügungen der politischen Behörden, die in luftrechtlichen Angelegenheiten hauptsächlich nach den §§ 1, 6, 7, 14, 15, 16, 24, 25, 26 und 147, 2 der deutschen Gewerbeordnung in der revidierten und redigierten Fassung vom 26. Juli 1900 ergehen. Durch diese Bestimmungen ist im Deutschen Reiche den Landes- und Provinzialpolizeibehörden zu viel Befugnis eingeräumt, insbesondere zu viel technische Bevormundung der Gewerbe und anderseits unter Umständen zu wesentliche Eingriffe in das grundgesetzliche Eigentumsrecht zugemutet. § 26 der Gewerbeordnung entwindet dem Grundbesitzer das grundgesetzliche Recht der Klage auf Beseitigung der Störung vollständig, wenn die entscheidende politische Behörde nach ihrem Ermessen die Genehmigung erteilt hat, oder in ihren Genehmigungsbedingungen nicht ausdrücklich eine wiederum für den Industriellen drückende gewerbepolizeiliche Kontrolle durch die Gewerbeinspektion und die Ergänzungsbefugnis der Bedingungen vorbehalten hat. Die Beschränkung des Eigentumsrechts einerseits wird ganz neuerdings von einem erfahrenen Juristen, dem Oberlandesgerichtsrat Riehl*) in Düsseldorf, mit den harten Worten (a. a. O. Seite 14) gerügt: „Trotz alledem stellt der Ersatz der Klage auf Unterlassung durch die Klage auf Herstellung praktikabler Einrichtungen einen tiefen Eingriff in das Eigentumsrecht dar", solange diese Herstellung nicht erzwungen werden kann. Und wirklich ist durch § 26, trotz des Reichsgerichtsurteils, nach welchem

*) Riehl, „Über die Klagen zur Abwehr der Belästigungen durch Rauch ꝛc." Sonderabdr. aus: „Beiträge zur Erläuterung des Deutschen Rechts". Berlin, 1907, Verlag von F. Vahlen.

der Unternehmer seine Abhilfseinrichtungen nach dem Stande der Technik und Wissenschaft herzustellen hat, der geschädigte Grundstücksbesitzer machtlos, auch bei exzessiven Belästigungen, wenn er (als Nichtfachmann) dem (fachmännischen) Unternehmer keine wirksamen Schutzmaßnahmen selbst (oder durch Sachverständige) nachzuweisen imstande ist. Es hängt dann von der politischen Behörde ab, ob und durch welche Sachverständige sie solche Vorkehrungen ausfindig machen will oder nicht. Und an anderer Stelle (a. a. O. S. 17) sagt Riehl: „Tatsächlich ergibt zu der Schadenersatzfrage denn auch die Entstehungsgeschichte des § 26, daß der Gesetzgeber sich lediglich im Ausdruck vergriffen hat, und daß über seinen Willen, den Schadenersatz unbeschränkt und unbedingt zuzulassen, ein begründeter Zweifel nicht obwalten kann."

Bestehen also schon bedeutende juristische Unklarheiten in den luftrechtlichen Gesetzen des Deutschen Reiches (die sich noch durch weitere Äußerungen der juristischen Literatur belegen lassen), so sind andererseits die technischen Schwierigkeiten des § 25 der Gewerbeordnung begründeter Anlaß zur Unzufriedenheit sowohl für die geschädigte, wie für die störende Partei.

Der äußerst labile Ausdruck im Absatz 2 des § 25: „. . . Genehmigung ist erforderlich bei wesentlichen Veränderungen in einer der im § 16 genannten (genehmigungspflichtigen) Anlagen", ist gerade nur insofern von Übel, als die Entscheidung über die Wesentlichkeit der Änderungen wiederum der Landes- oder Kreis-Polizeibehörde zusteht. Ein Luftgesetz würde größere Rechtssicherheit verbürgen, wenn es auch die Beurteilung der technischen Dinge ebenso dem Sachverständigenkollegium oder Einzelsachverständigen überlassen muß, wie die politische Behörde mit ihrem kollegialen Bezirks-Kreisausschuß dies in manchen Fällen auch tut.

Dieser unklaren Rechtslage stellt K. W. Jurisch die sehr klaren Bestimmungen der englischen Luftgesetze als Vorbild gegenüber, die indessen auch dort noch über viele Einzelgesetze verstreut sind. Diese englischen Gesetze sind indes nicht Gebilde einer systematischen großen Gesetzesgestaltung, vielmehr direkten Bedürf-

nissen der Praxis entsprungen. Dementsprechend haben sie mehr zufällig besondere Vorzüge. Sie sind:

1. territorial allgemeingiltige Gesetze, die der Industrie normale Gedeihensbedingungen schaffen;

2. durch die Klausel „von den besten praktischen Mitteln", die gegen Luftverunreinigung anzuwenden sind, anpassungsfähige Gesetze;

3. durch die Vorschrift für den Verdünnungsgrad der Abgase von Säure- und Alkalifabriken sehr bestimmte und klare Gesetze.

Jedoch sind sie nur auf wenige Arten von Industrieabgasen zugeschnitten. Es fehlt ihnen daher die umfassende Wirksamkeit, und sie bilden eben auch kein systematisches organisches Luftgesetz, das allgemeinen Schutz zu leisten geeignet wäre. Das Vorbildliche ist nur in den genannten drei Vorzügen zu finden. In diesem Sinne muß man den Bestrebungen K. W. Jurischs beitreten. Der englische Unternehmer weiß woran er ist. Nirgends im britischen Inselreiche darf er saure Abgase mit höherer Gesamtazidität — 4 grains SO_3 = 9,154 *g* SO_3 auf 1 *cbm* in die Luft senden (bei ungünstiger Lage viel zu viel!).

Im Deutschen Reiche bürgert sich bei den Gewerbeinspektionen eine Verfügung des preußischen Handelsministers vom 1. Juli 1898 ein, nach welcher Gase mit 5 *g* maximaler Gesamtazidität, berechnet als SO_3, im Kubikmeter unbeanstandet bleiben. In einzelnen Fällen ist man aber auch in Preußen auf 4 *g* und selbst die Hälfte heruntergegangen. In den anderen Bundesstaaten schließt man sich nach Belieben diesem preußischen Vorbilde an oder nicht. Die Maximalgrenze ist für allgemeine Verhältnisse viel zu hoch gesetzt, wie im Kapitel II, 4. e) erläutert wurde.

Bei den bekannt gewordenen Ansprüchen an die Verbesserung der deutschen Gesetze sind bisher zwei Notwendigkeiten, meines Erachtens, in der Literatur nicht zum Ausdruck gekommen und diese sind gerade bei der geforderten Allgemeingiltigkeit unerläßlich. Ein ausgebildetes Luftgesetz muß

1. sämtliche irgendwie gefahrdrohende oder eigentumstörende Stätten der Luftverunreinigung (industrielle Abgasquellen) umfassen und zur Anwendung der besten praktischen Abhilfsmittel nach dem Stande der Technik und Wissenschaft unter gewissen Voraussetzungen zwingen.

So müssen beispielsweise schon gewöhnliche Kohlefeuerungsanlagen zu den Betrieben mit gefahrdrohenden sauren Abgasen unter Umständen zählen, nämlich dann, wenn ihre Lage zu Nutzpflanzbeständen ungünstig ist.

Die Voraussetzungen sind also die oben (II., 3.) geschilderten Situationsfaktoren. Das Gesetz müßte

2. die örtlichen Verhältnisse in der Weise berücksichtigen, daß technische Abhilfsvorkehrungen bei ungünstiger Lage unter allen Umständen zu treffen sind, bei zweifellos günstiger Lage aber tunlichst eingeschränkt oder unterlassen werden können.

Wenn hierdurch Ungleichheiten für die Industrie geschaffen werden, so gehören diese eben zu den naturnotwendigen Ungleichheiten, die sich nicht aus der Welt schaffen lassen und die allseitigen technischen Forderungen zum Nutzen des Gemeinwohls und zum Schutze des Eigentums erst ganz erfüllen. Mit naturgemäßen Ungleichheiten der örtlichen Verhältnisse hat die Industrie stets zu rechnen.

Jurisch hat seine Anregungen in mehreren wertvollen Denkschriften *) für den, hauptsächlich von industriellen Verbänden gegründeten „Ausschuß zum Studium der Errichtung eines technischen Reichsamtes“ begründet und gegen Einwendungen von juristischer Seite (v. Landmann) verteidigt.

Die Ausarbeitung und Pflege eines zweckmäßigen Luftgesetzes würde zu den wichtigsten Aufgaben einer solchen einflußreichen Behörde, in welcher die Techniker aller produktiven Berufsarten mehr zu Worte kommen würden, gehören. Die Luft, die Menschen, Tiere und Pflanzen nicht auf Augenblicke entbehren können, ist die erste Lebensnotwendigkeit, und die Reinhaltung der Luft viel wichtiger, als sie bisher bedacht worden ist.

*) Vergl. Jurisch, „Das Luftrecht zc.“ (Anhang).

Das österreichische bürgerliche Grundgesetz berechtigt zwar nach § 354 den Eigentümer der Grundstücke „nach Willkür über die Sache und deren Nutzung zu schalten und andere davon auszuschließen, doch soll durch die Ausübung des Eigentums in die Rechte eines Dritten kein Eingriff geschehen, noch die zur Erhaltung und Förderung des allgemeinen Wohles vorgeschriebenen Einschränkungen (§ 364) übertreten werden".

Die Einschränkungen sind in Österreich aber überhaupt nicht in den Grundsätzen des privaten Rechtes geregelt, sondern im Interesse des Gemeinwohles ausschließlich dem Ermessen der politischen Behörden anheimgegeben.

Demnach sind in Österreich für die luftrechtliche Lage nur die Bestimmungen der §§ 25, 26, 27, 28, 32, 33 und 34 des „Österreichischen Gewerberechtes" maßgeblich.*) § 25 schreibt die Genehmigungspflicht für alle Anlagen vor, welche Belästigungen oder Gefahren erwarten lassen. Nach § 26 hat die Behörde im kürzesten Wege die Übelstände zu prüfen und die Genehmigungsbedingungen (nach ihrem Ermessen) vorzuschreiben, wobei besonders die Rücksichten auf Kirchen, Schulen, Krankenhäuser und andere öffentliche Anstalten und auf die Sicherheit und Gesundheit der Angestellten im angemeldeten Betriebe bestimmend sind. § 27 benennt die Betriebsanlagen, die besonderer Prüfung bedürfen und ermächtigt als oberste Instanz den Handelsminister, nach Anhören der Handels- und Gewerbekammern, Abänderungen vorzunehmen. Die §§ 28, 32 und 33 geben die Ausführungsbestimmungen der Konzessionierung. § 34 bestimmt die Möglichkeit des Rekurses an die höhere Instanz, die der Anmelder innerhalb 14 Tagen einzubringen hat.

Das ist die einfache und klare, aber wegen behördlicher Willkür doch für keine der beiden Parteien, Industrie und Pflanzenproduktion, befriedigende Rechtslage in Österreich. Die Land- und

*) A. Heilinger, „Das österreichische Gewerberecht".

Forstwirte, wie die Gewerbetreibenden Österreichs, entbehren ebenfalls noch eines organischen Luftgesetzes.

Die allgemeine Lage der luftrechtlichen Gesetze *) ergibt als Charakteristik:

1. Das englische Luftgesetz hat für einige hauptsächlich gefährliche chemische Industriebetriebe zwar eine klare, bestimmte Fassung und durch die „Klausel von den besten praktischen Mitteln" eine der freien Entwicklung der Industrie günstige Anpassungsfähigkeit erhalten, ist aber kein vollständiges systematisches Gesetz zum Schutze des Eigentums gegen die Einwirkungen der Luftverunreinigung.

2. Das deutsche Luftrecht ist systematisch viel weiter entwickelt, aber durch Widersprüche und Unklarheiten in den ineinandergreifenden Einzelgesetzen verbesserungsbedürftig.

3. Das österreichische Luftrecht ist klar und bestimmt, aber fast vollständig dem Verfügungsbereich der Gewerbepolizei überantwortet.

In allen Ländern ist — jedenfalls naturgemäß — die Gewerbehygiene zunächst vorwiegend einseitig zum Schutze des Menschen, viel unvollkommener zum Schutze der Pflanzenwelt, ausgebildet, wie ja auch die medizinische Wissenschaft und Praxis zum direkten Wohle der Menschheit durch die großen Anstalten der Universitäten ungemein hoch entwickelt ist, die Pflanzenpathologie und der Pflanzenschutz hingegen erst seit viel kürzerer Zeit hauptsächlich von den landwirtschaftlichen und forstlichen Hochschulanstalten, neuerdings im Deutschen Reiche von der Biologischen Reichsanstalt in Berlin gepflegt wird.

Ob man nun auf größere luftrechtliche Gesetzesgestaltungen zukommen will oder nicht, jedenfalls sind einige natürliche und technische Notwendigkeiten für weitere Maßnahmen zur Verhütung von Rauchschäden, wie ich glaube, klar zu erkennen, und diese möchte ich im Schlußkapitel als Folgerungen kurz zusammenstellen.

*) Die Bestimmungen auch der nichtgermanischen Länder sind in H. Leymann, „Die Verunreinigung der Luft durch gewerbliche Betriebe" (bes. Abdruck aus Weyls Handbuch der Hygiene), Jena, G. Fischer, zusammengestellt.

V. Naturwissenschaftliche und technische Leitlinien für Maßregeln zur Verhütung von Rauchschäden (Beschädigung der Vegetation durch saure Abgase).

1. Resistenz der Pflanzen und forstliche Schutzmaßregeln.

Forstliche (oder landwirtschaftliche) Palliativmaßnahmen haben keinerlei über das eigene Interesse des Grundbesitzers hinausgehende Bedeutung und sind naturgemäß, wie auch im Eigentumsgrundrecht, alleinige Sache des Ermessens des Eigentümers. Sachlich lassen sich für ihn solche Maßnahmen nur an solchen Orten rechtfertigen, wo auch heute gar keine Aussicht auf technische Abhilfe ist. (Anbau rauchharter Holzarten im Osten industrieller Ortschaften. [Vgl. II., 1. und III., 1. a)].)

Im gewerblichen Konzessionswesen sind die natürlichen Abhilfsmittel mehr als bisher zu berücksichtigen, etwa wie folgt:

2. a) Geminderte Resistenz der Pflanzen zur Zeit der beginnenden Vegetationsperiode.

Wo die technische Betriebsweise an sich dies ohne weiteres irgend zuläßt, da ist auf die außerordentlich erhöhte Empfindlichkeit aller Gewächse zur Zeit der Blattentfaltung und der Blüte tunlichst Rücksicht zu nehmen. Die Anstrengungen zur Herabsetzung des Gehaltes an schädlichen Stoffen in den Restgasen müssen während dieser Zeit möglichst verstärkt werden. Für gesetzliche Bestimmungen, Verordnungen oder für Konzessionsbedingungen eignet sich diese technische Möglichkeit jedoch nicht. Die Maßregel ist nur dem Unternehmer des Gewerbebetriebes im eigenen Interesse anzuempfehlen.

b) Geminderte Resistenz der Pflanzen im Lichte und bei hoher (relativer) Luftfeuchtigkeit.

Gleiches gilt von der Berücksichtigung der erhöhten Empfindlichkeit im Lichte und bei hoher relativer Feuchtigkeit der Luft (vgl. II., 2. a) und d) und III., 2. c).

c) Klimatische Standortsfaktoren.

Sofern Änderungen in der Betriebsweise der Gasquelle möglich sind, müssen die vorherrschenden Windrichtungen, besonders also die westliche oder südwestliche Lage der Rauchquelle zu dem Nutzpflanzenbestande tunlichst nach 2. a) berücksich-

tigt werden, zumal wenn die Pflanzen auf ansteigendem Gelände stark exponiert sind (vgl. II., 2. b) und III., 3. b). Bei Konzessionssachen ist dies ohne weiteres zu berücksichtigen, wenn die Situation (d) und die Art der Rauchquelle (e) besonderen Anlaß gibt.

d) Situationsfaktoren.

Die einzuhaltende Distanz läßt sich nicht normieren. Allein ein Heranrücken der Rauchquellen an stark exponierte empfindliche Nutzpflanzen auf wenige hundert Meter ist möglichst — Eisenbahnstrecken ausgenommen — zu vermeiden (vgl. II., 3. und III., 3.).

Die Tallage fordert stets entschieden die Anwendung und Sicherung technischer Verhütungsvorrichtungen, auch für die gewöhnlichen Steinkohlefeuerungen.

e) Zustandsfaktoren.

Die Gesamtmenge der Abgase nach dem jährlichen (monatlichen) Kohlen- oder Rohstoffkonsum ist in der Regel belanglos (vgl. II., 4. und III., 4. a). (Kleinere Werke können gleich schädlich oder schädlicher sein als große, beide aber sind bei günstiger freier Lage gleich unbedenklich.) Nur bei der Lage in tiefem Talkessel wächst die Gefahr mit der absoluten Menge der Abgase.

f) Alle technischen Vorkehrungen sind sonst nur nach der Art und dem Gehalt an sauren Abgasbestandteilen zu bestimmen und dabei die Haupttypen schädlicher Betriebsarten auseinanderzuhalten (vgl. II., 4. und III., 4. b), etwa wie folgt:

1. Kohlefeuerungsanlagen (mit etwa 0,05 bis 0,08 Volumprozent SO_2) bedürfen nur bei Tallage besonderer Verdünnungsvorrichtungen;

2. gewerbliche Anlagen mit besonders hochhaltigen Schwefligsäuregasen bedürfen bei ungünstiger Lage der Entsäuerung und künstlichen Verdünnung;

3. industrielle Betriebe mit Exhalationen der hygrophilen starken Mineralsäuren bedürfen auch bei freier Lage besonderer Entsäuerungsvorrichtungen,

zum Schutze nahe gelegener, hoher Baumbestände, aber auch besonderer Restgasverdünner.

Die technischen Mittel sind im besonderen folgende:

Die Abänderung des chemischen Verfahrens zur Vermeidung des Entstehens saurer Gase kann nur dem selbständigen, natürlichen Entwicklungsgange des gewerblichen Unternehmens überlassen werden, da diese natürliche Fortentwicklung die wichtigste Lebensfunktion des Gewerbebetriebes ist (vgl. III., B.).

Dagegen sind Entsäuerungsanlagen stets als vorbereitende Maßnahme unumgänglich notwendig, wenn hochhaltige saure Abgase unschädlich werden sollen, besonders bei ungünstiger Lage der Rauchquelle zur Vegetation.

Die Bestimmung über die Art der Entsäuerungsanlage ist am besten im Sinne der Rechtspraxis des deutschen Reichsgerichts nach dem derzeitigen Stande von Technik und Wissenschaft und im Sinne der englischen Klausel von den besten praktischen Mitteln dem Unternehmer zu überlassen, und ist nötigenfalls nur im gerichtlichen Beweisaufnahmsverfahren zu prüfen oder durch Gerichtsbeschluß nach Sachverständigenurteil vorzuschreiben. Es darf jedoch nie irgend einer der gebräuchlichen „Entsäuerungsanlagen“ die vollständige Unschädlichmachung zugetraut werden. Da die Restgase stets noch sehr pflanzenschädliche Mengen von Säuren entführen, so ist die örtliche Lage entscheidend für das Ermessen, ob die Restgase der freien Luft zur Verwehung unmittelbar überlassen werden dürfen oder nicht. Ist die Situation (nach Kapitel II, 3.) ungünstig (Tallage usw.!), so ist an die Entsäuerungsanlage, (sofern diese hohe Säuregehalte auf niedrige herabzusetzen hat,) notwendig eine Vorrichtung zur künstlichen Verdünnung mit Luft oder anderen indifferenten Gasen oder eine Verstreuungsvorrichtung innerhalb der Anlagen anzufügen. Diese Maßnahme ist auch bei niedrighaltigen sauren Abgasen bei Tallage stets durchzuführen. Regelmäßige Kontrolle durch die Organe der staatlichen Gewerbeaufsicht ist in solchen Fällen wünschenswert.

In der Ebene oder bei sonstiger freier Lage ist die künstliche Verdünnung nicht durchaus erforderlich.

